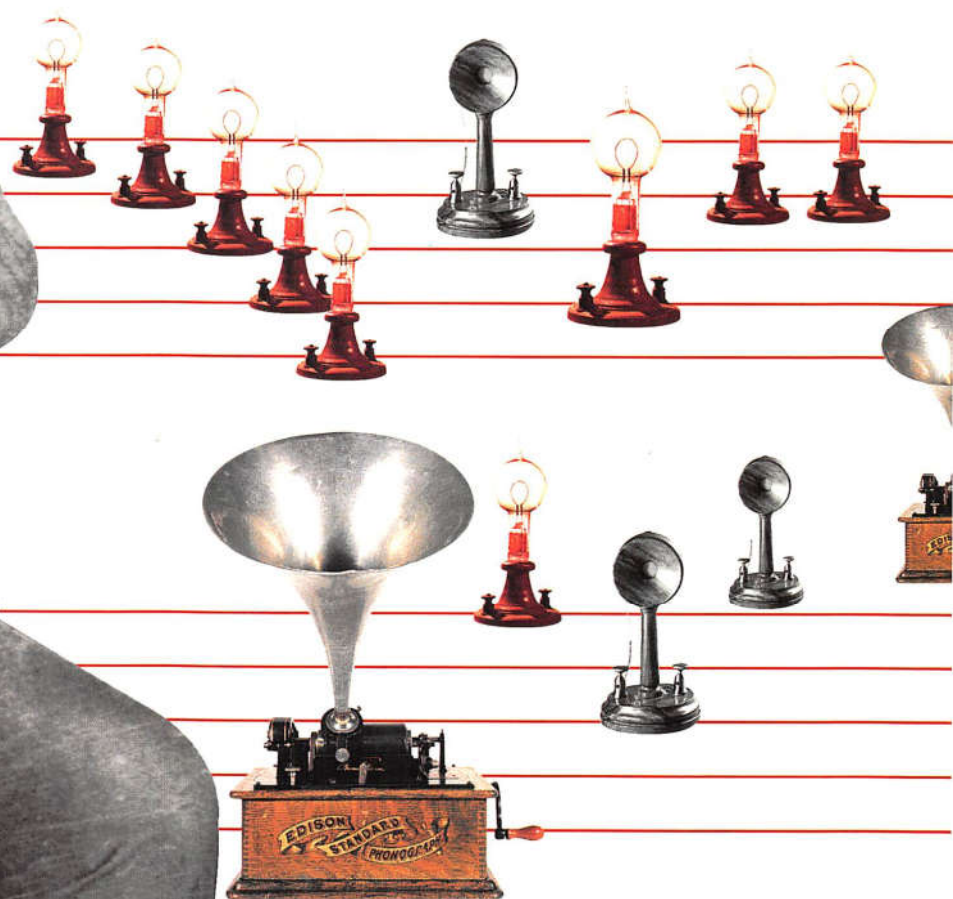


LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

GRANDS INGÉNIEURS

THOMAS
EDISON



*L'ampoule, le premier
réseau électrique, le
phonographe, et tant
d'autres inventions...*

T 2281 - 32 - 32,00 F-RD

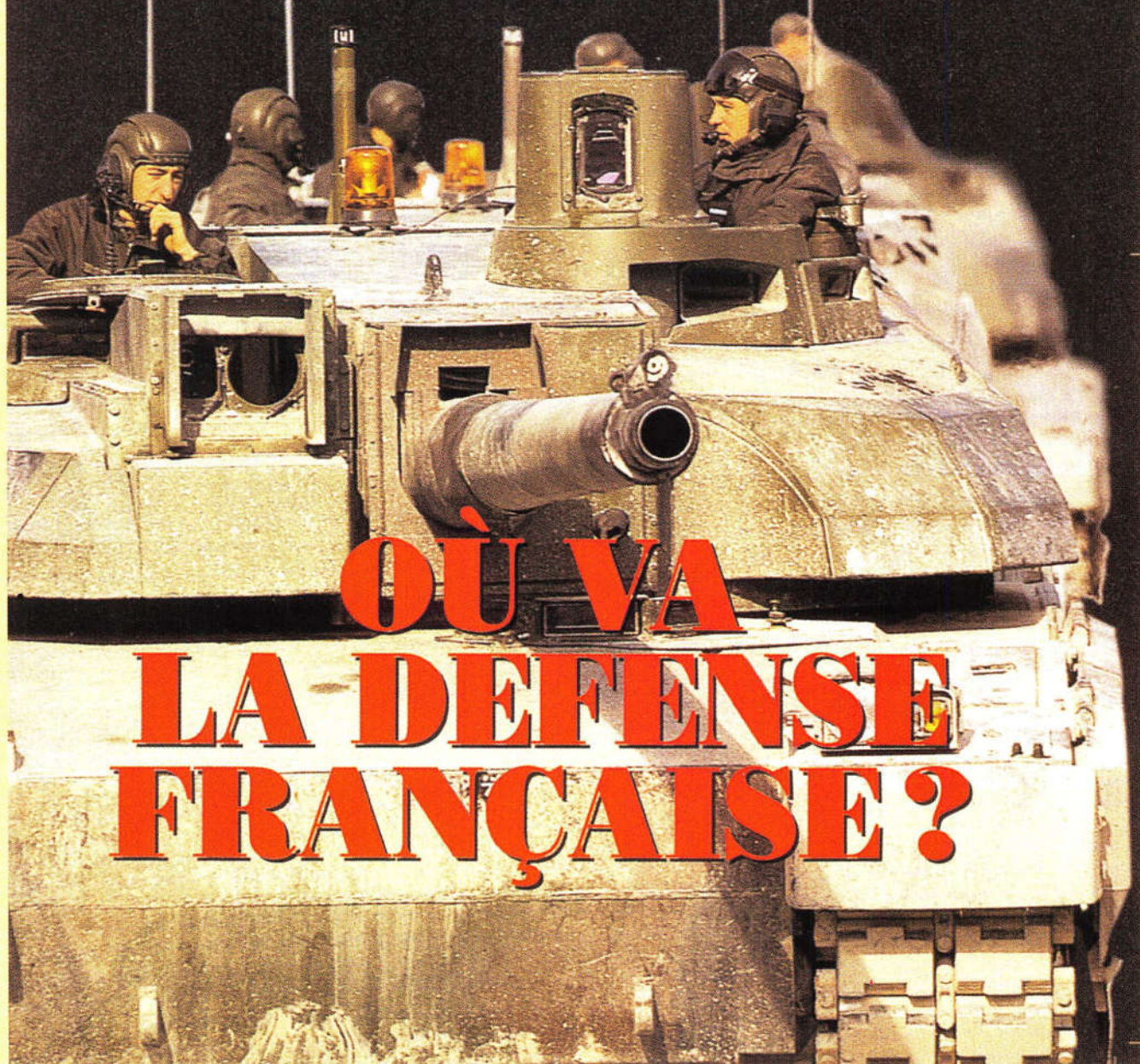


N° 194 MARS 1996

SCIENCE & VIE

HORS SÉRIE

- TERRE, AIR, MER :
L'ÉTAT DES LIEUX
- POURQUOI L'ARMÉE
DE MÉTIER
- A QUOI SERT LA
SIMULATION ?
- LA CRISE DES
INDUSTRIES D'ARMEMENT
- LES INCERTITUDES
STRATÉGIQUES ET
LA DÉFENSE EUROPÉENNE



OÙ VA
LA DÉFENSE
FRANÇAISE ?

EN VENTE PARTOUT

UN « FAISEUR D'EXPÉRIENCES »

Lors de la mort d'Edison en 1931, *Science et Vie*, sous la plume de Jean Labadié, publie un article qui rappelle ses principales inventions : le télégraphe multimessage, le microphone, le phonographe, l'ampoule à incandescence et l'éclairage électrique, la dynamo industrielle, l'accumulateur alcalin. On peut y lire :

« Edison eut la chance de naître en même temps que l'électricité industrielle et de se développer en "symbiose" avec elle, dans un temps où il était infiniment plus urgent d'éclairer les villes que de mesurer le rayon de courbure de l'univers. Les deux opérations ont leurs mérites respectifs. Ne les confondons pas.⁽¹⁾ »

Le risque de confusion entre inventeur et physicien était-il donc si grand qu'il ait fallu, avec soin, en prévenir les lecteurs ?

Il ne fait guère de doute que, tant en Amérique qu'en Europe, Edison passe aux yeux des opinions publiques pour un grand savant. On peut voir à cela trois raisons. La première est une exceptionnelle créativité, rendue légendaire par la presse. La deuxième tient à son domaine d'invention privilégié : les applications de l'électricité. Aux yeux des contemporains d'Edison, elles apparaissent d'autant plus fascinantes que l'électricité est par nature mystérieuse et abstraite. Tous en voient les effets spectaculaires. Mais beaucoup moins nombreux sont ceux qui en comprennent les mécanismes. Comme l'écrit Jean Labadié : « Insaisissable au suprême degré et différant en cela des autres richesses élémentaires, cette marchandise (l'électricité), aujourd'hui courante, ne pouvait avoir comme gisement naturel que le cerveau des inventeurs. » Reste l'essentiel, la troisième raison : ce qu'incarne Edison : une vision américaine de la science toute tournée vers l'utilité. L'historien des sciences IB Cohen l'expliquait, voici peu, dans ces pages : « Pour un Américain moyen, un savant est avant tout un homme qui invente de nouveaux outils pour l'industrie ou l'agriculture »⁽²⁾. Edison n'a rien fait d'autre. Dans l'Amérique de la fin du XIX^e siècle, il n'est pas le seul.

Dans une révolution industrielle et technologique qui bat son plein, ils constituent un élément essentiel de la montée en puissance du pays. Quelques chiffres. Entre 1860 et 1870, le nombre de brevets enregistrés en Amérique est de 440 000. En 1860, les Etats-Unis sont la quatrième puissance industrielle de la planète. Trente-quatre ans plus tard, en 1894, ils produisent deux fois plus que l'Angleterre, trois fois plus que la

France ou l'Allemagne⁽³⁾. Edison, inventeur autodidacte, est en « symbiose » avec ce monde-là.

C'est le monde des fortunes rapides, des rois de la banque ou de l'industrie. Ils le financent. Qu'en attendent-ils ? Des profits. Quand ? Le plus tôt possible. Inventer ne suffit donc pas. Il faut le faire vite et bien, et là, il excelle.

Bien des analystes se sont interrogés sur cette excellence. Certains y ont vu l'effet d'un génie d'exception. D'autres, plus circonspects, celui d'une méthode efficace de recherche. Ils ont raison. En fait, bien des hommes, en Europe et aux Etats-Unis, ont travaillé en même temps que lui, si ce n'est avant, sur les mêmes inventions. Mais il fut toujours le premier à savoir les transformer en objets industriels innovants, pratiques et fiables : des biens de grande consommation.

Cette capacité, il la doit à ses méthodes de travail : la puissance du raisonnement analogique, la transposition à un nouveau problème de dispositifs qu'il connaît déjà, l'expérimentation systématique et inlassablement répétée d'autant de prototypes que nécessaire, l'approche globale des systèmes et la recherche de solutions simples, enfin de solides financements et l'assistance de collaborateurs triés sur le volet.

Ainsi que l'écrivait Jean Labadié : « Ampère est admirable dans ses découvertes. Maxwell ne l'est pas moins. Carnot, Curie et dix autres théoriciens sont, en tant que physiciens, à cent coudées au-dessus d'Edison. Mais je ne crois pas qu'il puisse jamais se retrouver dans le monde un "faiseur d'expériences" d'aussi forte carrure que la sienne. »

Ces expériences, il les fait dans un laboratoire ad hoc. Il en installera deux, à proximité de New York. Le premier, d'où sortiront en quelques années les inventions canoniques, le phonographe, le téléphone et le réseau d'éclairage, est Menlo Park. Un nom qui reviendra souvent dans ce numéro. De toutes ses inventions (1 200 brevets en tout), c'est sans doute la plus grande : celle du laboratoire moderne de recherche et développement.

J-P I

1 - Jean Labadié. *La logique dans l'invention*, *Science et Vie* n° 174, décembre 1931.

2 - Les *Cahiers de Science et Vie* consacrés à Franklin, Août 1995, n° 28.

3 - Chiffres extraits de *L'Histoire de la culture américaine*, Daniel Royot, Jean-Loup Bourget, Jean-Pierre Martin PUF, 1993.

THOMAS EDISON

ÉDITO

1

UN MONDE SANS

COMMENT IMAGINER UN MONDE SANS EDISON?

6

PAR ROBERT ROSENBERG

DIRECTEUR DES ARCHIVES THOMAS A. EDISON À
L'UNIVERSITÉ RUTGERS, NEW JERSEY, ETATS-UNIS



UNE VIE

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

14

PAR ALICE ROLLAND

NEUF DE SES INVENTIONS PARMİ D'AUTRES....

24

PAR ALICE ROLLAND

L'AIR DU TEMPS

27

PAR EMMANUEL CHADEAU

PROFESSEUR D'HISTOIRE CONTEMPORAINE,
UNIVERSITÉ LILLE III

ACTEURS HUMAINS ET NON HUMAINS

LES HOMMES D'EDISON

34

PAR ALICE ROLLAND ET CLAUDE REYRAUD

HISTOIRES D'INVENTIONS

LA MÉTHODE EDISON : LE CAS DU TÉLÉPHONE

40

PAR BERNARD CARLSON ET MICHAEL E. GORMAN

MAÎTRES DE CONFÉRENCE À L'UNIVERSITÉ DE VIRGINIE,
CHARLOTTESVILLE, ETATS-UNIS.

(CHAIRE DE TECHNOLOGIE, CULTURE ET COMMUNICATION)

En 1888, Edison sort son dernier modèle de phonographe. La musique classique bénéficie, la première, de ces nouvelles améliorations. Au festival Haendel, à New York, « on entendit le phonographe reproduire ce volume titanesque de sons, avec ses plus fines oppositions d'ombre et de lumière ».

L'ampoule, le premier réseau électrique, le phonographe, et tant d'autres inventions...

DU TÉLÉGRAPHE À L'AMPOULE : LA PUISSANCE DE L'ANALOGIE

PAR PAUL ISRAËL

RESPONSABLE DE L'ÉDITION DES ARCHIVES THOMAS A. EDISON
À L'UNIVERSITÉ RUTGERS, NEW JERSEY, ETATS-UNIS
TEXTE TRADUIT PAR MONA DE PRACONTAL

50

LES PREMIÈRES LUMIÈRES DE LA VILLE

PAR VINCENT GUIGUENO

ÉCOLE NATIONALE DES PONTS-ET-CHAUSSEES,
NOISY-LE-GRAND

58

MYTHOLOGIES

LES MULTIPLES VISAGES D'UN SORCIER

PAR DAVID NYE

PROFESSEUR À L'UNIVERSITÉ ODENSE, DANEMARK
(CHAIRE D'ÉTUDES AMÉRICAINES)

70

EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS

PAR ALAIN BELTRAN

CHARGÉ DE RECHERCHE CNRS, INSTITUT
D'HISTOIRE DU TEMPS PRÉSENT, PARIS

78

NAISSANCE D'UNE INDUSTRIE

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE

PAR ROBERT FOX

PROFESSEUR D'HISTOIRE DES SCIENCES,
UNIVERSITÉ D'OXFORD, GRANDE-BRETAGNE

88

**PRIX NORMAL D'ABONNEMENT
AUX CAHIERS DE SCIENCE & VIE
PANORAMA (1 AN) : 12 NUMEROS +
6 CAHIERS S & VIE : 413 FF
MAXI PANORAMA (1 AN) : 12 NUMEROS +
4 HORS SERIE + 6 CAHIERS S & VIE : 488 FF**

CANADA et U.S.A. PERIODICA INC. CP 444 OUTRE-
MONT, Québec, CANADA H2V 4R6; **SUISSE**,
NAVILLE Case Postale 1211, GENEVE 1- SUISSE;
EN **BELGIQUE**, PRESSE ABONNEMENT 90 BD
DU SOUVERAIN 1170 BRUXELLES,
TARIFS ET AUTRES PAYS NOUS CONSULTER.

PUBLIE PAR EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A.
1, RUE DU COLONEL PIERRE AVIA 75503 PARIS.
CEDEX 15 - TEL : 46.48.48.48
EXCELSIOR PUBLICATIONS S.A. CAPITAL
SOCIAL : 11 100 000 F - DURÉE 99 ANS
PRINCIPAUX ASSOCIES : YVELINE DUPUY,
PAUL DUPUY.

DIRECTION ET ADMINISTRATION :
PRESIDENT-DIRECTEUR GENERAL : PAUL DUPUY,
DIRECTEUR GENERAL : JEAN-PIERRE BEAUVALET,
DIRECTEUR GENERAL ADJOINT : FRANÇOIS FAHYS,
DIRECTEUR FINANCIER : JACQUES BEHAR, DIRECTEUR
COMMERCIAL PUBLICITE : GILLES BECDELIEVRE,
DIRECTEUR MARKETING ET COMMERCIAL :
MARIE-HELENE ARBUS, DIRECTEURS MARKETING ET
COMMERCIAL ADJOINTS : JEAN-CHARLES GUERAUT ET
PATRICK-ALEXANDRE SARRADEIL, DIRECTEUR DES ETUDES :
ROGER GOLDBERGER, DIRECTEUR DE LA
FABRICATION : PASCAL REMY.

COMITE DE REDACTION : PHILIPPE COUSIN,
EMMANUEL CHADEAU, BRUNO LATOUR, ANTOINE
PICON, MICHEL SERRES, ISABELLE STENGERS.

REDACTION : JEAN-PIERRE ICIKOVICS (REDACTEUR
EN CHEF), ANNE LEFEVRE (REDACTEUR EN CHEF
ADJOINT), PATRICIA CHAIROPOULOS, VANINA PIALOT,
ALICE ROLLAND, CLAUDE REYRAUD (REDACTEURS),
NAJAT NEHME (SECRETAIRE DE REDACTION),
ALINE HOULLON (SECRETAIRE),
STEPHANIE DE MAREUIL (ICONOGRAPHE),
DENIS MALARTRE (1^{er} MAQUETTISTE),
MICHEL SOUDAY (MAQUETTISTE),
MONIQUE VOGT (SERVICE DES LECTEURS).

SERVICES COMMERCIAUX : RELATIONS EXTERIEURES :
MICHELE HILLING ASSISTEE DE BLANDINE DEVRIENDT,
ABONNEMENTS : PATRICK SARRADEIL, COMMANDES
D'ANCIENS NUMEROS ET RELIURES : CHANTAL POIRIER
TEL : 46.48.47.18, RELATIONS CLIENTELES ABONNES :
PAR TELEPHONE (1) 46.48.47.08 OU 47.11,
PAR COURRIER : SERVICE DES ABONNEMENTS :
1 RUE DU COLONEL PIERRE AVIA 75503 PARIS CEDEX 15,
CHEF DE PRODUIT MARKETING : CAPUCINE JAHAN
TEL : 46.48.47.30; VENTE AU NUMERO : JEAN-CHARLES
GUERAUT, ASSISTE DE CATHERINE LOUIS TEL : 46.48.47.
40; REASSORTS ET MODIFICATIONS : TERMINAL E 91
TEL VERT : 05.43.42.08 (RESERVE AUX DEPOSITAIRES DE
PRESSE). PUBLICITE : VERONIQUE MOULIN EXCELSIOR-
PUBLICITE, INTERDECO 27, 23, RUE DE BAUDIN - 92300
LEVALLOIS-PERRET TEL : 41.34.80.00

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : PAUL DUPUY - DÉPÔT
LÉGAL : N° 84007 - N° DE COMMISSION PARITAIRE :
57284 DU 15 DÉCEMBRE 1975 PHOTOGRAVURE : FLASH
IMAGE - IMPRESSION : IMPRIMERIE SEREGNI, MILAN -
PRINTED IN ITALY

SCIENCE & VIE JUNIOR

DOSSIER HORS SERIE

- Espace-temps : les histoires qui rendent fou
- Plongeon dans un trou noir
- Autopsie d'un cerveau génial

$E = mc^2$

La relativité



VOUS ALLEZ ENFIN COMPRENDRE

EN VENTE PARTOUT

UN MONDE SANS

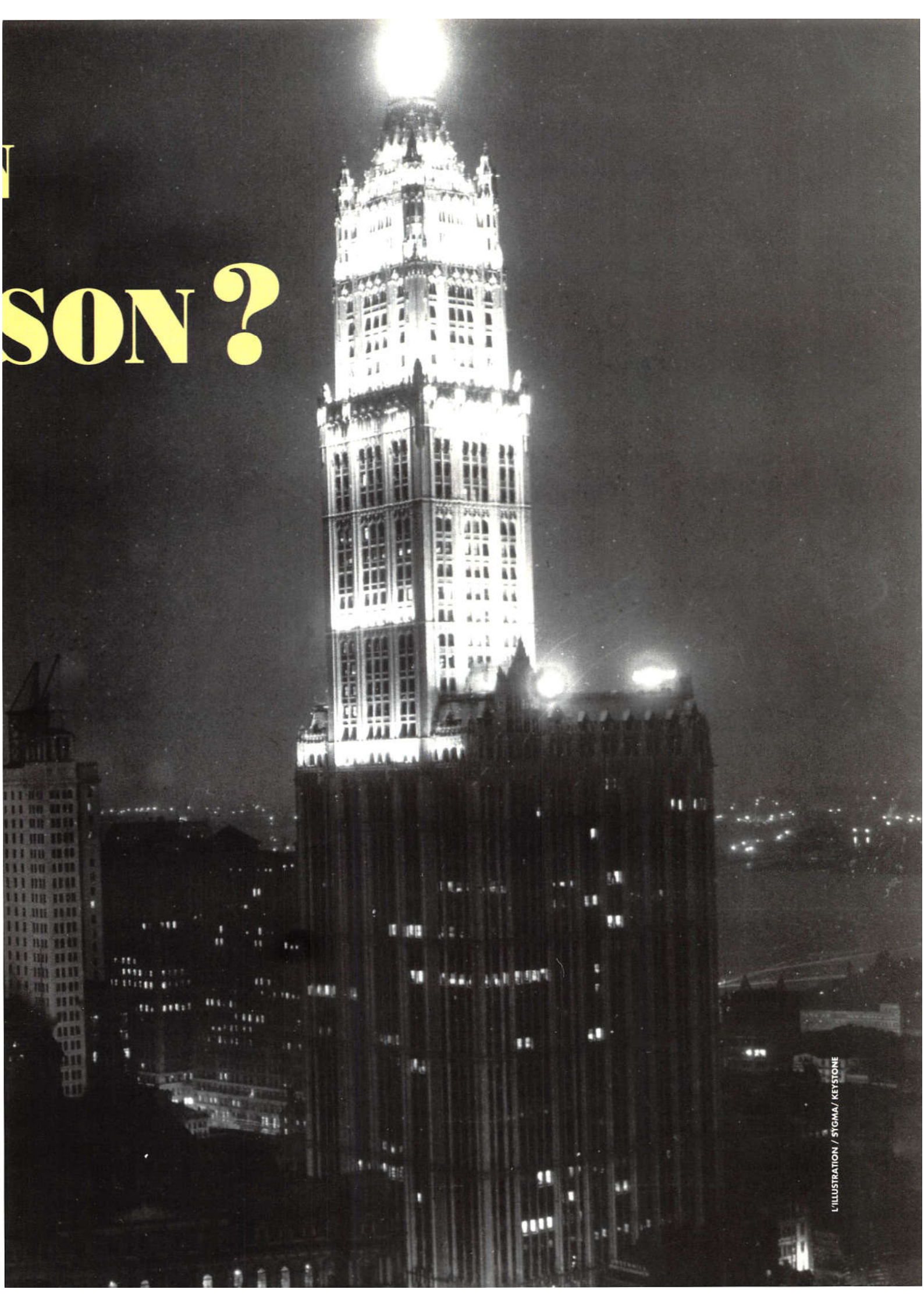


Comment cerner la singularité d'un inventeur, sa place dans le jeu de forces qui, en profondeur, orientent le mouvement de l'histoire et de la civilisation. **P**ar un exercice de style qui s'apparente à une réflexion sur le déterminisme historique. **I**maginons un instant qu'Edison n'ait pas existé. **L**e monde s'en fût-il trouvé bouleversé ? **S**ans doute pas. **L**ocalement modifié ? **S**ans doute.

COMMENT IMAGINER UN MONDE SANS ED



SON?



En août 1866, un jeune télégraphiste, Thomas Edison, entame un périple qui doit le mener au Brésil. Mais des mésaventures le contraignent à retourner dans le Kentucky. Qui sait? S'il avait pu quitter les Etats-Unis, sa vie aurait pris un autre tournant, il n'aurait peut-être rien inventé. Imaginons un instant l'époque moderne sans les inventions d'Edison...

PAR ROBERT ROSENBERG

De petites perturbations locales peuvent être causes d'effets lointains, imprévisibles et de grande ampleur. Un papillon bat des ailes à Pékin. Quelque temps après, on entend à Paris le fracas du tonnerre. Qui ne reconnaît ici la parabole de la théorie du chaos? Reste également que ce papillon chinois, ses compagnons et toute sa progéniture peuvent bien battre de l'aile tout au long de l'année : le climat fondamentalement tempéré de la capitale française n'en sera pas pour autant affecté. Des forces plus stables et plus globales sont donc aussi à l'œuvre qui assignent aux phénomènes chaotiques des limites locales.

Question fondamentale : la même chose se produit-elle en histoire? Tout est-il contingent? Ou les effets des événements singuliers relèvent-ils d'un champ plus large? Faut-il répondre : « cela dépend »? A quoi aurait ressemblé la seconde moitié du XX^e siècle si von Stauffenberg et ses compagnons avaient réussi à assassiner Hitler en 1944? De nombreuses vies humaines auraient été sauvées qui auraient pu changer l'histoire... Que se serait-il

passé si Napoléon ou Newton étaient morts jeunes? Et si Thomas Alva Edison n'avait jamais rien inventé? Ce qui, nous allons le voir, aurait pu arriver.

La coupure de presse qui suit est authentique. Elle date du 2 août 1866 et provient du quotidien de Louisville (Kentucky) :

EN PARTANCE POUR L'AMERIQUE DU SUD- T.A. Edison et J. C. Curran, anciens employés du bureau local de la compagnie de télégraphe Western Union, sont partis hier pour l'Amérique du Sud, via Nashville et la Nouvelle-Orléans. Leur destination exacte n'est pas connue, mais ils espèrent rejoindre l'un des nombreux corps du télégraphe au Brésil ou à Rio de Janeiro. Nous souhaitons bonne chance aux jeunes aventuriers.

Le lundi 30 juillet, un jour avant qu'Edison ne quitte Louisville, la Nouvelle-Orléans est le siège d'une émeute sanglante. Elle tient à la fois à des causes locales, la démagogie ambiante, et à des causes globales : la politique de reconstruction en Amérique dans les années qui suivent la guerre de Sécession. Quand le jeune Edison arrive à la Nouvelle-Orléans avec deux compagnons, la loi martiale a été ins-

taurée et le bateau qui doit l'emmenner au Brésil est réquisitionné. Il décide de rentrer chez ses parents, à Port-Huron dans le Michigan puis, peu après, retourne à Louisville. Il y reprend la carrière qui va faire de lui l'inventeur signataire de l'époque moderne. Il finit par apprendre que ses « copains » d'aventure sont morts de la fièvre jaune à Veracruz, au Mexique.

Peu de choses auraient suffi pour qu'il suive le même chemin. Qu'il quitte Louisville une semaine plus tôt ou que la convention qui a provoqué l'émeute de la Nouvelle-Orléans se tienne une semaine plus tard, et le voilà qui cingle vers sa fin ; ou vers un autre destin : peut-être tenancier de quelque taverne à Veracruz, dans laquelle il eût inventé d'astucieux systèmes pour mesurer et servir les consommations. En quoi l'absence d'Edison aurait-elle affecté la technologie et la culture occidentales?

La vie d'Edison est remplie de ramifications curieuses et invraisemblables. Celle-ci par exemple. S'il n'avait pas vécu, l'université du Missouri n'aurait pas brûlé en 1892. L'incendie fut en effet provoqué par un câblage défectueux, installé par un professeur de physique trop impatient d'utiliser un matériel qu'Edison avait donné à l'école. Par ce don, Edison avait voulu remercier le président de l'Université (Samuel Laws) qui lui avait fourni son premier emploi en 1869 à New York. Dans la même veine, sans Edison et son ciment, le célèbre stade de New-York aurait peut-être été construit en briques, un fait dont les conséquences sur la psyché collective des New Yorkais eussent probablement été incalculables. De même, sans Edison et sa série d'expériences ratées, Josiah Reiff qui, au début des années 1870, avait misé 200 000 dollars dans la compagnie de télégraphe automatique – en fait un fiasco –, aurait utilisé son argent avec plus de prudence et fondé une des grandes fortunes d'Amérique. Sans Edison encore et son stylo électrique, personne n'aurait eu l'idée d'inventer

COMMENT IMAGINER UN MONDE SANS EDISON ?

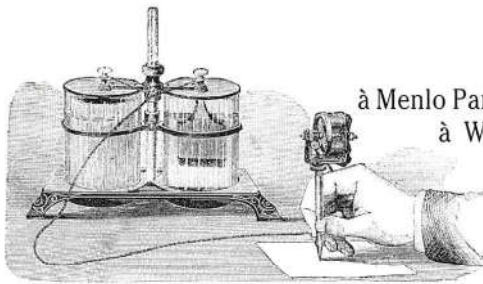
le tatouage électrique. Quant à Henry Ford, s'il n'avait pas travaillé à la compagnie Edison de Detroit, il n'aurait pu y rencontrer le patron en 1896, une rencontre dont il dira plus tard qu'elle fut décisive dans la réalisation de ses rêves industriels. Les Américains auraient-ils roulé en Citroën ?

Dieu soit loué, Edison a vécu. En vivant, il a laissé sa marque dans la télégraphie, la téléphonie, l'éclairage électrique et les réseaux d'alimentation en électricité, l'enregistrement de sons, le cinéma, l'extraction du minerai de fer, la fabrication du ciment, les piles électriques, pour ne citer que ces seuls domaines. En quoi auraient-ils

été différents sans lui ?

Première question : qu'est-ce qui distingue Edison lui-même des autres inventeurs de l'époque ? Si le mot de « génie » a un sens, il est à tous égards un génie de l'invention. Et pourtant ! Il n'a que très rarement développé quelque chose d'entièrement nouveau. Il s'est, en fait, attaqué à des problèmes sur lesquels d'autres travaillaient déjà, mais son incroyable énergie et une remarquable capacité à trouver et mettre au point des solutions originales l'ont conduit à des réalisations uniques.

Ce qu'un autre est en train de faire, Edison est toujours capable de le faire plus vite et plus à fond. Il a pour cela un atout essentiel : les incomparables ressources matérielles et humaines dont il dispose, dans ses laboratoires,



à Menlo Park d'abord, puis à West Orange. Il sait, depuis le début de sa carrière, ce qu'il lui faut pour dépasser

les autres : une équipe d'expérimentateurs qui travaillent avec lui sur l'établi et de techniciens qui fabriquent, transforment et améliorent les inventions. Cette équipe, il commence à la former au début des années 1870. Quand en 1876, il s'installe à Menlo Park, il emmène avec lui un groupe limité, mais riche de talents. Ce laboratoire de recherche et de développement est, à l'époque, unique. Il représente l'institutionnalisation à l'américaine de ce que Alfred North Whitehead a décrit comme « la plus grande invention du XX^e siècle... l'invention de la méthode d'invention ».

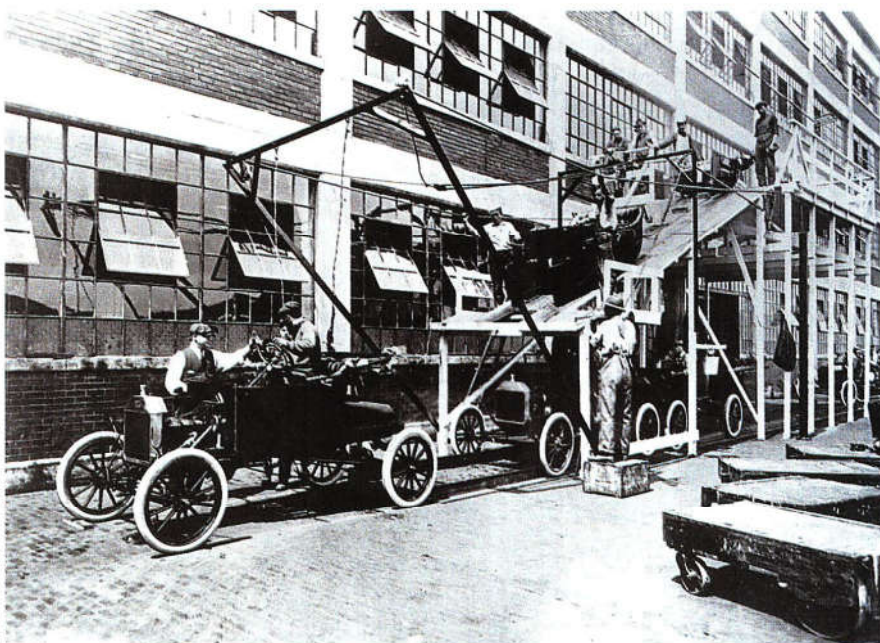
Edison débute à Louisville (Kentucky) comme employé de télégraphe à la Western Union. C'est là qu'il se lance dans sa longue carrière d'inventeur. Cidessus, une de ses inventions : le stylo électrique.





HARINGUE - VIOLET

Edison conduit un tramway alimenté en courant grâce à une dynamo de son invention (1907). Henry Ford aurait-il monté son industrie d'automobiles s'il n'avait travaillé chez Edison à Detroit? Lui-même en doute. (La Ford T, en 1913.)



L'ILLUSTRATION / SYGMA / KEYSTONE

Dans la longue carrière d'Edison, les années les plus fécondes s'étalent sur la fin du XIX^e siècle. Ce sont celles où il laisse la plus forte empreinte. Cette dernière s'estompe ensuite au fil des deux premières décennies du XX^e siècle. Il construit sa réputation entre 1870 et 1875, quand il améliore les technologies du télégraphe. Les développements ultérieurs dans ce domaine lui doivent pourtant peu.

Son aura historique s'accroît encore dès l'installation à Menlo Park et le travail sur le téléphone. Serait-il devenu plus malin ou plus inventif? Certes pas! Il dit d'ailleurs que, de toutes ses inven-

tions, celle du télégraphe quadruplex fut, intellectuellement, la plus difficile. A la fin des années 1870, sa renommée est immense. Elle tient aux ressources physiques, financières et humaines qu'il est en mesure de mobiliser pour faire face à un obstacle, et qui, en retour, lui permettent de s'atteler à des problèmes très difficiles. L'invention du laboratoire de recherche, bien financé, et l'avance organisationnelle qu'il en tire colore toute la suite : grâce à elle, il est seul à pouvoir réaliser l'œuvre accomplie entre 1876 et le tournant du siècle. Sans elle, l'histoire aurait pris un cours différent.

Prenons le cas du téléphone. Quand Graham Bell le dévoile, lors du centenaire de la fondation des Etats-Unis, c'est certes une merveille, mais qui est incapable de fonctionner sur des distances un tant soit peu significatives. Pour le compte de la Western Union, Edison et son équipe passent un an à trouver un nouveau transmetteur. Ils piochent la question 110 heures par semaine avec une opiniâtreté inébranlable. Le système qu'ils mettent au point va rester un standard pendant près d'un siècle. D'autres inventeurs, Hughes, Berliner, sont parvenus à peu près en même temps au même principe physique (celui de la résistance variable du carbone soumis à une pression mécanique). Mais ce qu'ils ne peuvent faire dans les mêmes délais qu'Edison, c'est mettre sur le marché un modèle qui fonctionne. Sans Menlo Park, le téléphone aurait été sujet à des interférences en milieu urbain et n'aurait pu fonctionner en zone rurale, les distances étant trop grandes. Qu'aurait-il pu se passer? Une solution entièrement différente aurait peut-être été trouvée; Bell aurait pu étouffer toute concurrence; pour dix ans ou plus, le public aurait dû se contenter d'un appareil fonctionnant plus ou moins bien.

Pour la plupart de nos contemporains, Edison est d'abord l'inventeur de l'ampoule à incandescence. En fait, sans lui, le développement de l'éclairage électrique aurait été plus lent, mais se serait quand même produit. Vers la fin des années 1870 et au début des années 1880, la lampe à incandescence avait déjà fait l'objet d'un grand nombre d'expériences. Quelqu'un, tôt ou tard, serait tombé sur le filament

à haute résistance. Joseph Swan, un chercheur anglais, utilisait un élément de carbone dans ses lampes, bien que de faible résistance. Un de ses compatriotes, St George Lane-Fox, explorait des pistes prometteuses. Ni l'un ni l'autre ne disposaient toutefois des moyens d'Edison, ni de sa capacité à dresser la liste des problèmes à résoudre pour mettre au point un système pratique. Swan y parvint au début des années 80, mais on peut douter que, sans l'exemple d'Edison, il aurait réussi à rassurer les investisseurs.

Il est probable qu'en une dizaine d'années, de grands innovateurs dans le domaine de l'électricité, tels Siemens ou Thomson-Houston auraient pu résoudre le problème. Ce délai aurait toutefois tellement modifié l'ordre des choses qu'il est difficile de savoir par où commencer. L'éclairage électrique, en effet, provoqua et renforça de nombreux changements. Le travail d'Edison inspira nombre d'autres grands inventeurs en électricité, et pas seulement en Amérique. Ils vinrent se former dans ses laboratoires et usines. Comme Franck Sprague, qui, en 1887, installa avec succès les premiers tramways électriques à Richmond, en Virginie. Tesla quitte la France pour venir travailler dans un atelier d'Edison à New York. Reginald Fessenden, l'un des inventeurs de la radio, fait un stage dans différentes usines d'Edison, et travaille avec le maître lui-même, au laboratoire de West Orange. Sans l'Edison General Electric, la General Electric n'aurait pas vu le jour en 1892 et ni Steinmetz ni Langmuir ne l'auraient rejointe.

Il y a plus. Au cours des années 80, la formation des ingénieurs aux Etats-Unis connaît un essor sans précédent sous l'effet du développement de l'éclairage et de l'énergie électriques. Pour les mêmes raisons, la physique universitaire passe du statut d'une discipline mineure à celui d'une science dont les laboratoires, financés sans

compter, deviennent les mieux équipés du cycle supérieur. Sans l'impulsion apportée par la lampe à incandescence et la distribution d'électricité qui l'accompagna, la science universitaire américaine n'aurait certainement pas connu le même essor. La répartition du pouvoir entre universités et industries au XX^e siècle s'en serait peut-être trouvée changée.

Ce qu'apporte spécifiquement Edison au projet d'éclairage électrique, comme à tous ceux qu'il touche, c'est là encore l'envergure et la profondeur de son équipe ainsi que la souplesse de son esprit. Ces facteurs, mis ensemble, lui permettent d'accomplir beaucoup en peu de temps. Il est aussi seul à avoir accès aux poches bien remplies des financiers new yorkais. A l'époque, aucun autre inventeur ne peut rassembler les sommes qui ont permis le développement de la lampe, des générateurs et d'autres éléments du système de distribution. Cet argent, Edison l'avait à sa disposition après dix ans d'inventions dans le télégraphe, et depuis 1877, après celle, magique, du phonographe à feuille d'étain.

De toutes ses inventions, c'est la seule qui lui soit venue spontanément. Mais ce système – un diaphragme, une aiguille, une surface impressionnable – est tellement simple qu'il est difficile d'imaginer qu'il n'aurait pu voir le jour ailleurs. Quand? Le lendemain, l'année suivante, quinze ans plus tard... Pour ce genre d'inventions, on ne peut répondre. Avec son phonographe, Eduardo Leon Scott avait déjà réussi à enregistrer des ondes sonores, sous forme d'une ligne ondulée gravée sur du verre fumé. Toutefois, aucun de ceux qui avaient étudié le son de la voix n'avait imaginé un moyen de reproduction si simple de phénomènes si compliqués. Bell, Charles Cros, voire un anonyme, auraient pu, comme Edison, tomber sur l'idée. Juste après en avoir entendu parler, Bell déclara : « *Ce qui m'étonne le plus, c'est que j'ai pu*

Prédictions d'Edison

“Le papier, un jour, disparaîtra
et chacun fabriquera de
l'or à sa guise”

Le *Cosmopolitan Magazine* a interviewé Mr. Thomas Edison, le très illustre inventeur américain.

— Prédisez-moi, lui a demandé le rédacteur, les découvertes les plus extraordinaires qui seront données au monde avant la fin du siècle ?

Alors Mr. Thomas Edison s'est recueilli, puis a parlé :

— Dans la fabrication des meubles, l'acier remplacera le bois. Le mobilier d'acier sera cinq fois meilleur marché que vos armoires marquetées ou vos bergères en essences des îles : au surplus sa légèreté sera fort prise.

« Le papier, a continué de prédire Mr. Thomas Edison, le papier disparaîtra. Pour les livres, des feuillets de nickel, épais d'un quatre-millième de millimètre, se substitueront à vos « japons », à vos « vélins » détreuillés, recéteurs de microbes et puant le remugle. La feuille de nickel acceptera comme eux l'encre d'imprimerie, et tel bouquin de deux centimètres et demi d'épaisseur contiendra quarante mille pages. Il ne coûtera que six francs !... »

« Quant à la pierre philosophale, c'est là



EDISON

lot de l'alchimie moderne. Le fait de fabriquer l'or sera un jeu pour nos fils. J'en augure des révolutions profondes dans le système financier du monde, car bientôt il sera loisible à quiconque de frapper de vrais louis.

« Enfin je vous annonce l'avènement prochain de merveilleuses et puissantes machines qui, mues par l'électricité, laboureront, sarcleront, sèmeront, « rustiqueront » à l'envi. Le paysan de l'avenir sera chimiste, botaniste, économiste. Un clavier et des commandes, voilà ses outils !... »

Quelles tristesses !

laisser cette invention me glisser entre les doigts. »

Une fois encore, cependant, la transformation rapide de cette curiosité en un objet commercial est l'œuvre de l'entreprise de recherche Edison, à West Orange en 1888. Personne d'autre n'aurait pu parvenir à développer le

COMMENT IMAGINER UN MONDE SANS EDISON ?



BOYER VOJIEF

Le 6 octobre 1889, Edison fait, dans son studio de prises de vues (ci-dessus), la première démonstration cinématographique. Ci-dessous, l'inventeur (faisant la sieste, en compagnie du président Warren G. Harding).

moteur du phonographe ou le matériau d'enregistrement dans les mêmes délais. Au cours des trois décennies suivantes, les ventes de phonographes et les studios d'enregistrement d'Edison font de surcroît référence dans un nouveau domaine de consommation : celui des loisirs.

À la fin des années 80, la mise au point d'un phonographe commercial « perfectionné » n'est pas le seul projet d'Edison. Après avoir rencontré deux pionniers de la chronophotographie, Muybridge en 1888 et Marey en 1889, il a l'idée de faire pour « l'œil ce que le phonographe fait pour l'oreille » : produire des images animées. Si le kinétoscope qu'il invente n'aura qu'une brève durée de vie, le film de 35mm, lui, n'a pas changé. En outre, en créant le premier studio de prises de vue, il a aussi conçu l'industrie du cinéma, sur laquelle il va régner pendant 25 ans.

Ce fut la dernière entreprise de taille d'Edison dans le domaine de la culture, mais toutefois pas la dernière de ses grandes entreprises. Aucune des suivantes, cependant, qu'il s'agisse d'extraction de minerai de fer, de recherche sur les accumulateurs ou sur des substituts naturels du caout-

chouc ne fut aussi fondamentale que l'avaient été le téléphone ou l'ampoule électrique. Bien que vivant dans un monde qu'il avait contribué à façonner, Edison n'en était plus une force vive.

Au bilan, quand on examine les effets de la vie et du travail d'Edison au cours des 25 premières années de ses « usines à inventer », on quitte le monde des ailes de papillons et on entre dans le royaume du Krakatoa. En réalité, on s'éloigne du domaine de la simple analogie et on pénètre dans celui de l'idéologie. Les effets du changement dépendent alors de l'idée qu'on se fait de la causalité historique. Sans le système électrique d'Edison du début des années 1880, l'évolution du capitalisme américain aurait-elle suivi une trajectoire vraiment différente ? Vraisemblablement pas, étant donné la constellation des forces qui la gouvernaient. Mais imaginons un hypothétique système de distribution d'énergie électrique, tout à fait différent de celui des années 1920. Quels projets Lénine aurait-il pu concevoir quand il cherchait les modèles et les programmes technologiques qui donneraient forme à sa nouvelle nation ? Souvenons-nous de son slogan : « *Le communisme, c'est l'électricité plus le socialisme.* »

Edison lui-même devint rapidement la figure emblématique du progrès technologique à travers le globe. En 1900, dans *Ariel*, l'essayiste uruguayen José Enrique Rodo emploie les mots suivants pour évoquer le culte qu'on voue en Amérique du Nord à la liberté et au progrès matériel : « *Washington plus Edison* ».

Dans un de ses romans, Ray Bradbury creuse le problème de la contingence historique en s'appuyant sur la métaphore d'un papillon du Crétacé qui serait écrasé par le pied d'un marcheur insouciant du temps. Sa conclusion est simple et directe : tout est accroché à tout, et perturber n'importe quoi, plus ou moins, perturbe l'ensemble. Quand on cherche à évaluer les conséquences de la vie d'Edison, on est confronté à une série de cascades causales. Certaines, comme celle qui conduit à l'aiguille de tatouage, n'ont aucune conséquence macro-historique évidente. D'autres, en revanche, comme la création de Menlo Park, préforment tellement l'avenir qu'imaginer leur absence relève de la pure fiction spéculative. Oppenheimer n'avait qu'à moitié raison lorsqu'il a dit : « *la prédiction est très difficile, particulièrement celle du futur* ». Prédire le passé l'est tout autant. ■



ILLUSTRATION / SYGMA

UNE VIE



Dans ce monde ouvert qu'est l'Amérique de la fin du XIX^e siècle, maintes occasions se présentent à un jeune homme autodidacte et ambitieux, passionné par l'invention technique et acharné au travail, de se faire une place au soleil. **S**ous réserve qu'il sache tirer leçon de ses échecs, exploiter jusqu'à la ruse sa notoriété auprès des puissances d'argent, s'entourer de collaborateurs dévoués corps et âme, et surtout développer des produits qui, porteurs de rêve, font naître un marché.

L'ITINÉRAIRE COMPLET D'UN ENFANT DU GÉNIE

« **P**ARFOIS, UNE IDÉE dominante polarise un esprit dans sa totalité.

Un épistémologue irrévérencieux disait que les grands hommes sont utiles à la science dans la première moitié de leur vie », écrivait Gaston Bachelard. A quarante ans, la flamme du génie d'Edison vacille. Celui qui ne s'est jamais considéré comme « un pur homme de science, avoue que (ses) recherches et (ses) expériences ont toujours eu pour objet des inventions commercialisables ». Mort quarante-quatre ans plus tard, certains diront de lui qu'il fut, dans la seconde moitié de sa vie, un assimilateur de génie, un metteur en œuvre, plutôt qu'un inventeur. Les 1200 brevets déposés, et les 250 procès intentés par Edison, attestent sans doute du fondement de cette opinion.

TURBULENCES D'UN ESPRIT BROUILLON

Le parcours des Edison aura été quelque peu chaotique avant la naissance de Thomas. Son grand-père, John, installé dans le New Jersey, prend le parti des Anglais lors de la guerre d'Indépendance. Un choix qui le contraint à l'exil. La famille part se réfugier en Nouvelle-Ecosse. En 1837, son fils Samuel choisit, lui aussi, le mauvais cheval. Il soutient les insurgés pendant la rébellion canadienne.

Contraint de quitter la Nouvelle-Ecosse, Samuel Edison et sa petite famille s'installent en 1837 à Milan (Ohio). C'est là que naît le quatrième enfant du couple : Thomas Alva Edison.

1859, une ligne de chemin de fer relie Portland à Détroit. Edison a 12 ans. Il saisit l'occasion de quitter une mère qui l'élève au rang d'homme, déjà. Défiant l'autorité, il récuse les règles, exceptées peut-être celles du mariage. Sa route sera longue. Il la poursuivra avec et contre tous. Pendant près de 60 ans, peu de choses lui échappent.

ALICE ROLLAND



CONQUÉRANT NOUVEAU MONDE

Edison, entouré de sa seconde épouse, Mina Miller et ses enfants.

Pressé de quitter le pays, il s'en retourne aux Etats-Unis.

Il s'installe à Milan, dans l'Ohio, avec sa femme Nancy Elliott, d'origine canadienne.

Il y dirige une petite entreprise de bois qui assure à la famille un train de vie confortable, quoique sans excès. Les Edison ont déjà trois enfants, âgés de 18, 16 et 14 ans – trois autres sont décédés – quand Thomas Alva naît le 11 février 1847.

La petite enfance d'Edison donnera lieu à un grand nombre d'histoires et d'anecdotes. Certaines ne manquent pas de fantaisie. On l'aurait retrouvé dans un canal, un silo à grain, en train de mettre le feu à la grange ou de couvrir des œufs ! Les corrections publiques que lui inflige son père n'y changent rien. Le cadet de la famille est plutôt turbulent.

En 1853, la famille déménage et s'établit à deux cents kilomètres, à Port Huron, près de Détroit, dans le Michigan. Ce n'est qu'en 1855, que Thomas Edison entre à l'école. Les débuts sont laborieux. Cet enfant a « l'esprit brouillon », dit l'instituteur. Edison s'en plaint à sa mère. « *Je vis alors ce que c'était d'avoir une maman. Elle me ramena à l'école et déclara au maître qu'il ne savait pas ce qu'il disait. Aucun garçon n'a jamais eu d'avocat plus enthousiaste et, du coup, je décidai de m'en montrer digne en lui prouvant que sa confiance était bien placée.* »

Mais sur les bancs de l'école, Edison manifeste ouvertement son ennui. La théorie, quelle futilité ! Lui, il veut faire de la pratique. La Philoso-





I. DE SILVA - TAPACOR

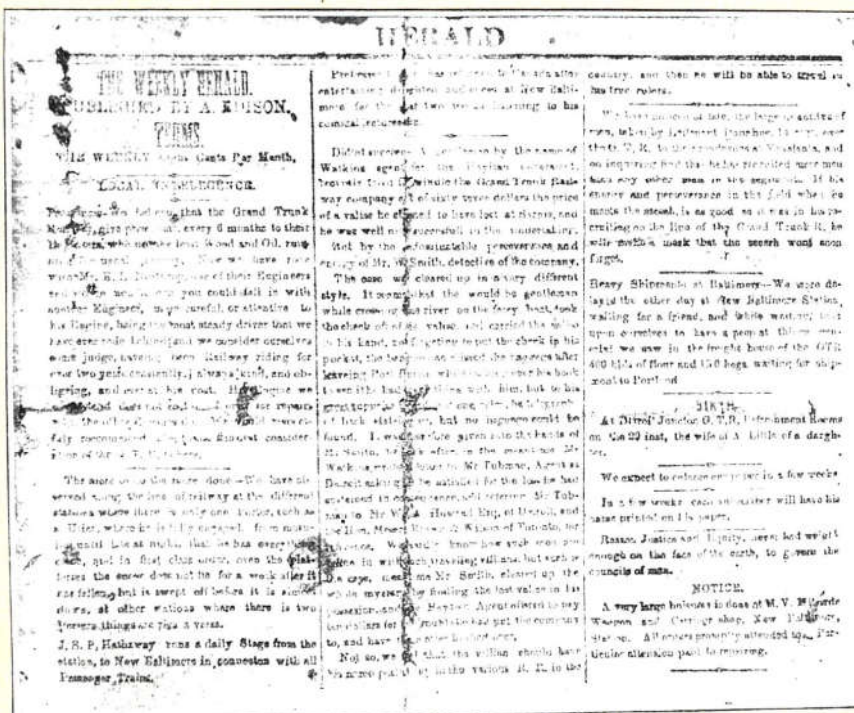
A quatorze ans, la vie du vendeur de journaux s'organise à bord du train qui relie Portland à Détroit. Sa surdité, dont il prend conscience à cette époque, est-elle due à des claques administrées un jour par le contrôleur ? Dans un wagon vide, il crée sa propre gazette pour raconter la vie du rail : le *Grand Trunk Herald*.

phie Naturelle et Expérimentale de Richard Green Parker inspire ses premières expériences. Dans le sous-sol de la maison, ça passe ou ça casse, souvent d'ailleurs.

Il quitte le cocon familial en 1859. Le *Grand Trunk Railroad* vient d'ouvrir une voie entre Portland et Détroit. Edison a obtenu un emploi de vendeur de journaux sur le train du matin. L'aventure commence. Pendant les trajets, il vend journaux et bonbons. Les cinq heures d'arrêt à Détroit lui permettent de fréquenter la bibliothèque municipale de la ville. « Si mes souvenirs sont exacts, je commençai par le premier livre du rayon du bas pour dévorer ensuite tout le reste, l'un après l'autre. Je n'ai pas lu quelques livres ; j'ai lu la bibliothèque entière », racontera-t-il dans ses mémoires.

Le potager familial lui donne une idée. Il élargit ses activités à la vente de produits frais, en gare et à bord du train. « Après plusieurs mois sur le train, j'ouvris deux boutiques à Port Huron, l'une pour la vente de journaux et de revues, l'autre pour les légumes, le beurre et les fruits de saison. Elles étaient tenues par deux garçons avec lesquels je partageais les bénéfices ». A 15 ans, « l'esprit brouillon » s'en sort, et même plutôt bien.

Seule ombre au tableau, une surdité croissante. La cause de ce handicap n'a jamais été clairement définie. La scarlatine ? Ou une puissante paire de gifles assenée un jour par le contrôleur du train ? Edison a sa



I. DE SILVA - TAPACOR

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

propre version. Essayant d'attraper le train qui démarrait, « un employé m'attrapa par les oreilles et me tira à lui ; j'entendis alors un craquement et c'est peu après que je commençai à devenir sourd. Si cet homme est responsable, il m'a tout de même sauvé la vie ». Plusieurs opérations n'y changeront rien. Edison semble s'en moquer. « Les comédies et la plupart des autres distractions perdirent tout intérêt pour moi, bien que, dans l'ensemble, je fusse capable de combler par l'imagination les lacunes dues à la défaillance de plus en plus totale de mon ouïe. J'aime croire d'ailleurs, que je n'ai pas perdu grand-chose. » Il avoue même qu'il n'est pas pour lui déplaire que le bruit du train s'en trouve assourdi !

Repérant un wagon vide, il y installe une imprimerie de fortune. A l'aide d'une presse à vis et de caractères prêtés par un ami de son père, il crée le *Grand Trunk Herald*. Cette gazette ferroviaire est éditée à... 400 exemplaires ! Toutes les nouvelles traitent de la vie du rail. « John Robinson, chef bagagiste à la gare de James's Creek, est tombé du quai hier et s'est blessé à la jambe. Tout le monde compatit... La machine Burlington n°3 est en réparation à l'atelier. » En marge de ces nouvelles locales, le pays est aussi en pleine guerre de Sécession ⁽¹⁾.

En avril 1862, éclate la grande bataille de Pittsburgh Landings, près de Corinthe, dans le Tennessee. Une aubaine ! « Il était certain que les

gens des petites villes se jetteraient avidement sur les journaux pour y lire comment soixante mille hommes des armées du Nord et du Sud avaient trouvé la mort au cours de ces combats sanglants (...) L'occasion me sauta aux yeux. Je pouvais faire une vente énorme à condition que le long de la ligne, les gens soient prévenus de l'événement », raconte Edison.

Il persuade le directeur de la *Presse libre de Détroit* de lui confier mille exemplaires. Et il convainc le télégraphiste de la gare de Détroit de télégraphier la nouvelle à chacune des gares principales de la ligne. Consigne est donnée à tous les chefs de gare d'afficher des avis sur leur tableau noir. « A la première halte, je pus déjà constater que la réussite de mon plan dépassait de loin mes espoirs les plus hardis », raconte Edison. La *Presse libre de Détroit* s'arrache tout au long du trajet. A chaque arrêt, il augmente le prix. A la dernière gare, il organise une vente aux enchères ! Il vient de trouver sa vocation. « Cette histoire me montra que rien ne valait le télégraphe, car

c'était les avis télégraphiques qui m'avaient fait vendre, et je décidai aussitôt de me lancer dans ce métier. »

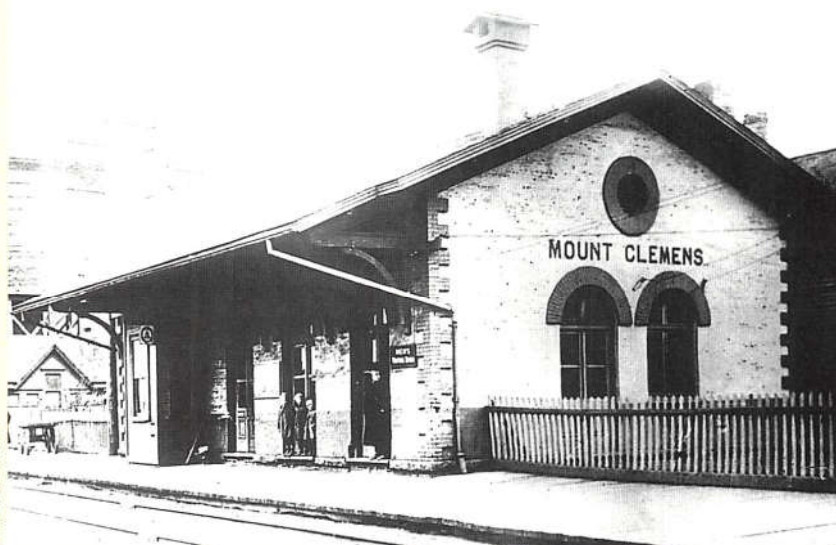
UN ITINÉRAIRE MOUVEMENTÉ

A 16 ans, il décroche un poste de télégraphiste dans le petit bureau de Port Huron. La guerre de Sécession ayant mobilisé plus d'un millier d'opérateurs confirmés, de nombreuses places se sont libérées pour des jeunes, attirés par cette technique nouvelle. Il maîtrise rapidement les techniques de transmission, et bricole des équipements télégraphiques décrits par le *Scientific American*. Quelques mois plus tard, il est recruté dans l'équipe de nuit du *Grand Trunk Railroad*, à Stratford Junction, à 160 kilomètres à l'intérieur du Canada. Une collision entre deux trains est évitée de justesse, alors qu'Edison s'était assoupi pendant son service. Cette négligence lui coûte son poste.

Pendant un an, il accumule les blâmes et les renvois. Edison est jeune. Il défie l'autorité. Pour échapper

à ces contraintes hiérarchiques, il devient télégraphiste itinérant, au gré des postes qui se libèrent. Il s'arrête quelque temps à Adrian, Fort Wayne. A Indianapolis, il est recruté par la *Western Union*, avec laquelle il développera des relations d'affaires parfois houleuses. Son savoir-faire est incontestable. « Sa vitesse était fulgu-

rante. Elle faisait le désespoir des opérateurs, même confirmés, qui souvent étaient contraints de l'interrompre pour lui demander de répéter », écrit



Aune étape du train, dans le Michigan, Edison sauve la vie de l'enfant du chef de gare. Celui-ci offre à Edison son premier poste de télégraphiste.

1 - Opposant le Nord et le Sud de 1860 à 1865, elle aboutit à l'abolition de l'esclavage.

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

le journaliste-écrivain Robert Underwood Johnson en 1864.

Passé maître pour « prendre la presse », – retranscrire les dépêches des journaux – la *Western Union* le nomme télégraphiste « première classe », en février 1865, à Cincinnati. Il gagne 125 \$ par mois. Il officie ensuite à Nashville, Memphis, Détroit, Louisville. En 1868, il réintègre les bureaux de la *Western Union*, à Boston, où les conditions de vie sont misérables. « *La quête de nourriture facilite la perte de poids ici* », écrit-il.

Pour son premier soir, une surprise l'attend. Ses collègues le connaissent de réputation. Ils lui ont réservé, à l'autre bout de la ligne, l'opérateur le plus rapide de New York. « *Il accélérerait. (...) Les employés, tout excités, faisaient cercle autour de moi. Je compris qu'on voulait m'avoir. Je continuai tranquillement, prenant même le temps de tailler mon crayon de temps en temps. L'opérateur de New York commença à lier les mots et à empâter ses signaux. A la fin de l'article, comme je trouvais que la plaisanterie avait assez duré, je lui transmis tranquillement : Jeune homme, changez de pied !* », racontera-t-il plus tard.

Il a 21 ans, et une certitude : il veut être inventeur. Il court les librairies d'occasion : Ampère, Ohm, Maxwell, les vingt volumes de la *North American Review*, et *Recherches Expérimentales en Electricité* de Michael Faraday. Il fréquente l'usine de Charles Williams, réputée plus tard pour avoir construit les téléphones de Graham Bell.

Son premier brevet décrit une machine à voter automatique. Mais Edison essuie un refus. La traditionnelle commission du Congrès de

Washington n'est pas intéressée. Personne ne veut non plus du téléscripteur de Bourse et du télégraphe multiplex qu'il a mis au point. Edison est amer. En 1869, il part pour New York.

Mais la *Western Union* refuse de l'engager. Il trouve son salut auprès de Franklin L. Pope, ingénieur en chef de la *Laws Gold Reporting*, au cœur

Laws fait des envieux. Elle est rachetée par la *Western* qui entend bien bénéficier des téléscripteurs de Bourse qu'Edison a construits. Mais celui-ci a vite compris les us et coutumes du monde de l'argent. Il veut garder les profits pour lui. Il démissionne et fonde, avec Pope, sa propre compagnie. Les locaux sont installés

dans l'*Exchange Building*, aux 78-80 Broadway. « *Les compétences et les moyens matériels dont nous disposons dans le domaine de nos activités sont uniques* », affirme l'annonce. Fourniture de matériels, dispositifs d'alarmes, équipements télégraphiques, maintenance, conseils, rien ne manque.

A 22 ans, Edison gère très bien ses intérêts. Mais pour inventer, il lui faut beaucoup d'argent. Il signe un accord avec la *Western* : l'exclusivité de ses services contre le financement de ses recherches. « *Il a toujours tendance à se donner le beau rôle, celui de l'agneau innocent au milieu des loups rusés de Wall Street, un agneau qui s'en est malgré tout bien souvenu tiré avec un bon paquet de dollars* », écrit Matthew Josephson.

En 1870, il installe ses bureaux aux 10-12 Ward Street, à Newark, dans le New Jersey. Il s'associe avec la *Gold and Stock Company*. Devant l'affluence des clients, deux équipes, puis deux établissements deviennent nécessaires. Edison s'entoure de fidèles collaborateurs : John Ott, Sigmund Bergman, Charles Batchelor et John Kruesi.

Dans l'un de ces établissements, travaille Mary Stilwell. Edison lui fait une cour discrète, mais obstinée. « *Au début, ma surdité me fournissait une excuse pour m'approcher de ma bien-aimée bien davantage que je*



ILLUSTRATION : SYGMA KEYSTONE

Edison, avant ses trente ans.

de Wall Street. Hébergé dans les sous-sols de la compagnie, Edison est sans emploi. Cela ne durera pas. Un matin, le transmetteur électrique de la compagnie, permettant d'envoyer les cours de l'or aux différents bureaux des clients abonnés, tombe en panne. Paniqué, Pope fait appel à Edison. Deux heures plus tard, l'appareil fonctionne. Le directeur, S.S. Laws, le recrute immédiatement.

Avec Edison dans ses rangs, la

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

n'aurais osé le faire. (...) J'avais enseigné à l'élu de mon cœur le code morse. (...) Ce fut en utilisant cette méthode que je lui demandai si elle voulait m'épouser. Le mot "oui" est très facile à exprimer par des signes télégraphiques, et elle le transmet aussitôt. » Ils se marient le 25 décembre 1871. En 1872, naît Marion, puis Thomas en 1876, et William Leslie, en 1879. Non sans un certain humour, Edison surnommait ses deux aînés *Point et Trait – Dot and Dash*. Après quelques années d'errance, Edison s'installe dans sa vie familiale. Professionnellement, il en va tout autrement.

PROFESSION INVENTEUR

En 1871, à la demande de l'*Automatic Telegraph Company*, il s'attaque au télégraphe automatique. Après des mois de recherches, d'essais, d'erreurs, Edison parvient à envoyer un message de Washington à New York. 12 000 mots en 22 minutes ! Enorgueillie par le succès, la compagnie propose l'appareil au *British Post Office*. Les Anglais demandent à Edison d'appliquer le système à la transmission par câbles sous-marins. Et là, l'échec est retentissant. « *J'installai mes appareils et, pour avoir une idée de la distorsion que subiraient les signaux, je transmis un simple point auquel aurait dû correspondre une trace de moins d'un millimètre sur la bande de réception. En fait, la trace était longue de plus de huit mètres ! Cela me coupa le sifflet* », raconte-t-il.

Edison ne s'attarde pas sur un échec. « *En essayant de perfectionner un appareil quelconque, il m'arrive de me heurter brusquement à un mur de granit haut de cent pieds. Si, après avoir essayé une seconde, une troisième et une quatrième fois, je ne réussis pas à franchir ce mur, je me tourne vers un autre travail.* »

Il se concentre donc sur les télégraphes duplex et quadruplex. En

1874, il dépose 7 brevets. Edison traite avec, et contre tous. La division de ses brevets l'entraîne inmanquablement dans des procédures judiciaires. D'accusé, il devient plaignant, et inversement. Huit jours durant, il est contraint de témoigner à la barre dans un procès houleux entre les deux compagnies ennemies, la *Western* – défendue par Grosvenor P. Lowrey, avec qui il deviendra ami – et la *Jay Gould's Atlantic*.

Le litige porte sur le télégraphe quadruplex. A l'automne 1874, Edison organise une démonstration de son système devant William Orton, président de la *Western*. L'essai réussi, Orton accepte de payer une avance à Edison. Il s'engage aussi à lui acheter ses brevets, et à lui verser une redevance annuelle pour chaque circuit qui exploiterait son système. L'affaire conclue, Orton quitte New York. Il laisse son directeur général, le général Eckert, régler les détails. Mais quelques semaines plus tard, ce dernier annonce à Edison que les engagements ne pourront être respectés. Il lui conseille d'aller voir Jay Gould, en se gardant bien de lui préciser qu'il cherche lui-même à quitter la *Western* pour « passer à l'ennemi ».

Le 4 janvier 1875, Gould achète les brevets d'Edison. A son retour à la fin du mois, Orton apprend la nouvelle. Il attaque aussitôt Gould, lui interdisant d'exploiter les brevets du quadruplex pour lesquels il a déjà payé. L'affaire traînera pendant un an.

Edison s'en sort indemne, mais sa réputation en a souffert, ses finances aussi. « *Il serait désirable de changer nos méthodes de procédure judiciaire, et de faire comprendre aux magistrats qu'un inventeur, du fait justement de son tempérament et de sa mentalité, ne saurait être un homme d'affaires connaissant parfaitement les dispositions inexorables du code ; les juges devraient en tenir compte et protéger l'inventeur* », conclut-il.

En février 1876, il quitte Newark et s'installe à Menlo Park, à 40 kilomètres de New York. Malgré ses déboires, les bénéfices retirés de la vente de ses brevets lui permettent de vivre du seul métier d'inventeur. Il se fait construire un laboratoire où le suivent Kruesi, Batchelor et Ott. Ludwig Boehm, Francis R. Upton, ancien élève d'Hermann von Helmholtz ⁽²⁾, rejoignent l'équipe. La vie à Menlo Park s'organise rapidement. Batchelor y élit domicile, les autres sont logés dans une pension toute proche. Le *Sorcier de Menlo Park* règne en patriarce sur sa petite communauté. *Le vieux*, comme l'ont surnommé ses collaborateurs, va vite faire parler de lui.

LES TROIS GLORIEUSES

L'installation à Menlo Park marque le début des trois années les plus créatives d'Edison. Ce sont aussi les plus mouvementées. Au gré de ses brevets – et de ceux des autres – Edison occupe la scène publique et se bat sur tous les fronts. C'est d'abord le téléphone, que William Orton lui demande de rendre commercialisable. Entre le 10 mars 1876, date du brevet d'Alexander Graham Bell, et la création de l'*Edison Telephone Company*, un an plus tard, les deux inventeurs vont de procès en procès. Edison est accusé de plagiat, Bell, lui, pâlit devant les performances du téléphone d'Edison qui « *produisait un son digne d'un stentor et diffusait vos conversations les plus intimes dans toute la maison au lieu de les murmurer avec une touche de discrétion* », écrit Georges Bernard Shaw.

Puis vient le phonographe. Le 30 avril 1877, dans un pli adressé à l'Académie des sciences, Charles Cros décrit un procédé de reproduction de la voix humaine – le paléo-

² – Voir les Cahiers de Science et Vie n° 30 sur Heinrich Hertz.

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

phone, instrument « *qui écrit la voix* ». La voix fait vibrer une membrane qui inscrit une trace sur un verre recouvert de noir de fumée. La spirale, ainsi tracée, est ensuite reproduite, par photogravure, sur un disque métallique, en une ligne de dimension semblable. « *Ses ondulations présentent exactement tous les va-et-vient de la membrane en leur temps et en leurs intensités.* » Le disque est ensuite placé dans un appareil moteur muni d'une pointe et d'un index la supportant, les deux étant solidaires d'une membrane propre à reproduire les sons. « *Le disque tourne et progresse d'une vitesse et d'un mouvement identiques à ceux dont avait été animée la surface d'enregistrement. La membrane est animée, non plus par l'air vibrant, mais par le tracé commandant l'index à la pointe.* » Quelle nouvelle ! Edison se met immédiatement au travail. Le 18 juin 1877, il élabore un premier schéma du futur phonographe. Dans la presse, la nouvelle se répand comme une traînée de poudre.

6 décembre 1877, à Menlo Park, le scepticisme est de mise. « *Kruesi, alors qu'il avait presque terminé, me demanda à quoi cela servait. Je lui dis que j'allais enregistrer la parole et qu'ensuite, la machine la répéterait. Il trouva la chose absurde.* ». L'enregistrement achevé, on retient son souffle. Tout à coup, le phonographe fait entendre la voix d'Edison. « *Je n'ai jamais été si surpris de ma vie, commente l'inventeur. J'ai inventé pas mal d'appareils, mais celui-là, c'est mon bébé ; je suis sûr qu'il deviendra un grand gaillard qui prendra soin de moi quand je serai vieux.* »

C'est « *la plus intéressante de toutes les inventions mécaniques et scientifiques de ce siècle* », commente Sir William Thomson⁽³⁾. Même si la voix est parfaitement reconnaissable, elle est très faible. Edison pense déjà aux prochaines améliorations. En attendant, il s'attaque à un autre

problème : l'éclairage.

« *Je vous parie que, pour la lumière électrique, je suis capable de vous battre. Je ne crois pas que vous soyez sur la bonne voie* », lance-t-il à William Wallace, constructeur renommé de dynamo. En octobre 1878, il dépose un brevet pour des *lumières électriques à filament de platine* et fonde, avec l'avocat de la Western Union, la Compagnie Edison pour l'éclairage électrique.

Comme toujours, la presse le suit. Il n'est pas un jour sans comptes rendus des activités de Menlo Park. Edison se prête au jeu, séduit et manipule les journalistes. Le 16 octobre 1879, aidé de Batchelor, il travaille sur une lampe à filament en carbone. Le 21 octobre, « *on fit le vide dans l'ampoule, on la scella, on mit le courant et nos yeux purent voir le spectacle dont nous rêvions depuis si longtemps* ». Après quelques minutes, il augmente le courant. La lampe tient. « *Je crois que nous y sommes ; si elle tient 40 heures, je peux faire en sorte qu'elle en dure 100* ».

La lumière d'Edison ; 15 mois de travail ; Le petit numéro de l'alchimiste ; Les souffrances qu'il a endurées, la quête de l'or ; Transformation dans la fournaise, titre le New York Herald. Par trains spéciaux, la foule se presse à Menlo Park pour assister à la première démonstration publique. Edison jubile. Le jour, il endosse l'habit du maître de cérémonie. Il répond aux questions et guide les curieux à travers des pièces où règne une lumière éclatante. La nuit, il travaille sans relâche à l'amélioration de sa lampe. Il change la taille, la forme des ampoules, la façon de faire pénétrer les fils et de les sceller. « *Lorsque la lumière électrique sera d'un emploi courant, seuls les fous voudront encore s'éclairer à la chandelle* », clame-t-il. La réputation d'Edison dépasse large-

ment les frontières. La lampe révolutionne la vie quotidienne.

DE L'INVENTION À LA CONQUÊTE DES MARCHÉS

Pourtant, ses détracteurs ne s'avouent pas vaincus. Le phonographe permet encore toutes les critiques. Son amélioration n'était-elle qu'une promesse en l'air ? Et que dire du téléphone dont ses compagnies se disputent le monopole avec Bell en livrant au public un spectacle passablement comique ? « *Les équipes installaient leurs lignes de toit en toit dans la cité ; elles sabotaient les lignes du concurrent et se bagarraient lorsqu'elles se rencontraient au-dessus des maisons !* » La lutte est acharnée, jusqu'en Angleterre. Edison va jusqu'à dispenser une formation spéciale à ses employés avant de les y envoyer. Il déränge et court-circuite lui-même ses installations.

« *Lorsqu'un homme était capable de repérer 10 pannes, l'une après l'autre, et à chaque fois, de remettre les choses en état en 5 minutes, on l'envoyait à Londres* », raconte-t-il.

Pourtant, l'homme prétend ne pas se préoccuper de concurrence. « *Je ne m'en soucie pas, même s'ils sont cent à faire la même chose. Je m'y attendais, et il en viendra d'autres* », philosophe-t-il. A un journaliste qui l'interroge sur la lampe de l'industriel américain, Hiram Stevens Maxim, il répond : « *Eh bien ! Ma lampe n'est pas secrète. Maxim, lui-même, est venu ici. Il a passé une journée entière à tout inspecter ; puis il m'a piqué un de mes souffleurs de verre. Et voilà tout* ».

Parce qu'Edison a déjà d'autres projets. Il veut conquérir le marché de la distribution. Il fonde plusieurs entreprises spécialisées : La Compagnie des lampes Edison, l'Usine des machines Edison, la Compagnie des arbres de transmission Edison, l'Entreprise de construction Thomas

³ – Voir les Cahiers de Science et Vie n° 29, sur James Joule.

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

A. Edison, la Compagnie Edison d'éclairage électrique de New York. En 1888, il les regroupera dans l'Edison General Electric Company. Pour mieux gérer ses affaires, il transfère une partie de ses bureaux au 65 de la 5^e avenue, à New York, là où sont les profits.

Car il a besoin d'appuis politiques et financiers pour mener à bien sa nouvelle entreprise : une station centrale de distribution d'énergie. Il lui faut convaincre les conseillers municipaux de New York. Il les convie à

Edison est partout, incontournable. « *L'argent me préoccupe moins que l'avance que je peux prendre sur les autres* », avoue-t-il.

Mais un drame familial stoppe subitement son élan. Sa femme, Mary, meurt le 8 août 1884. Edison est très affecté. C'est vrai, il n'a jamais su parler aux femmes, encore moins à la sienne. Mais aurait-elle pu comprendre que le travail passe avant tout ? Le 24 février 1886, il épouse Mina Miller. Pour combler les absences de son mari, Mina œuvre

construit un nouveau laboratoire, l'un des plus imposants du pays. Edison amorce le virage de ses quarante ans. La seconde moitié de sa vie débute, empreinte de rancœurs et de jalousies. Une vie qui s'inspire des inventions des autres.

EDISON, ASSIMILATEUR DE TALENT

Le jeune ingénieur serbe Nikola Tesla en fait les frais, le premier.

Embauché par Edison pour construire une dynamo générant du courant alternatif, Tesla travaille jour et nuit. Il doit convaincre Edison qui, lui, a toujours prôné l'utilisation du courant continu. Quelques mois après, Tesla a réussi. La dynamo peut fonctionner. Mais Edison s'en désintéresse. Furieux de constater que l'inventeur ne respecte pas ses engagements financiers, Tesla démissionne sur le champ.

En août 1889, Edison part pour Paris. Il y reçoit un vibrant accueil. Il rencontre Gustav Eiffel, Louis Pasteur et le Dr Etienne Jules Marey. Celui-ci lui présente un étrange appareil : des sujets en mouvement ont été pho-

tographiés et reproduits sur une plaque de verre circulant dans un sens ; derrière celle-ci, un disque métallique, portant un obturateur, tourne en sens inverse ; les images défilent ensuite les unes en dessous des autres. Edison est émerveillé. « *Je vis aussitôt que l'idée de Marey était la bonne. L'idée me vint qu'on pouvait concevoir un appareil qui ferait pour l'œil ce que le phonographe avait fait pour l'oreille.* »

Quelques mois plus tard, aidé de son assistant W.K.L. Dickson, il présente une nouvelle machine qu'il fait



COIL VOIET

passer une journée à Menlo Park. Quelques démonstrations suivies d'un somptueux repas préparé par le célèbre restaurant *Delmonico* parachèvent la mise en scène. La station centrale, construite au 257 Pearl Street, près de Wall Street, est opérationnelle dès septembre 1882 ! Il fonde en même temps la Compagnie Edison pour les installations d'éclairages autonomes, tout aussi prospère. Au printemps 1883, plus de 300 sont en exploitation dans des filatures, des silos à blé, des music-halls, des théâtres, des hôtels, des bateaux.

En 1887, Edison s'installe à Glenmont, près de West Orange, où il a construit un nouveau laboratoire.

dans des associations de bienfaisance, la Croix Rouge, les Filles de la Révolution américaine, les Ecoles du Dimanche. Ils auront trois enfants dont, selon Edison, elle ne s'occupe guère. Mina voudrait qu'il soigne son image et qu'il travaille moins. Mais lui, le lendemain du mariage, est déjà passé à autre chose.

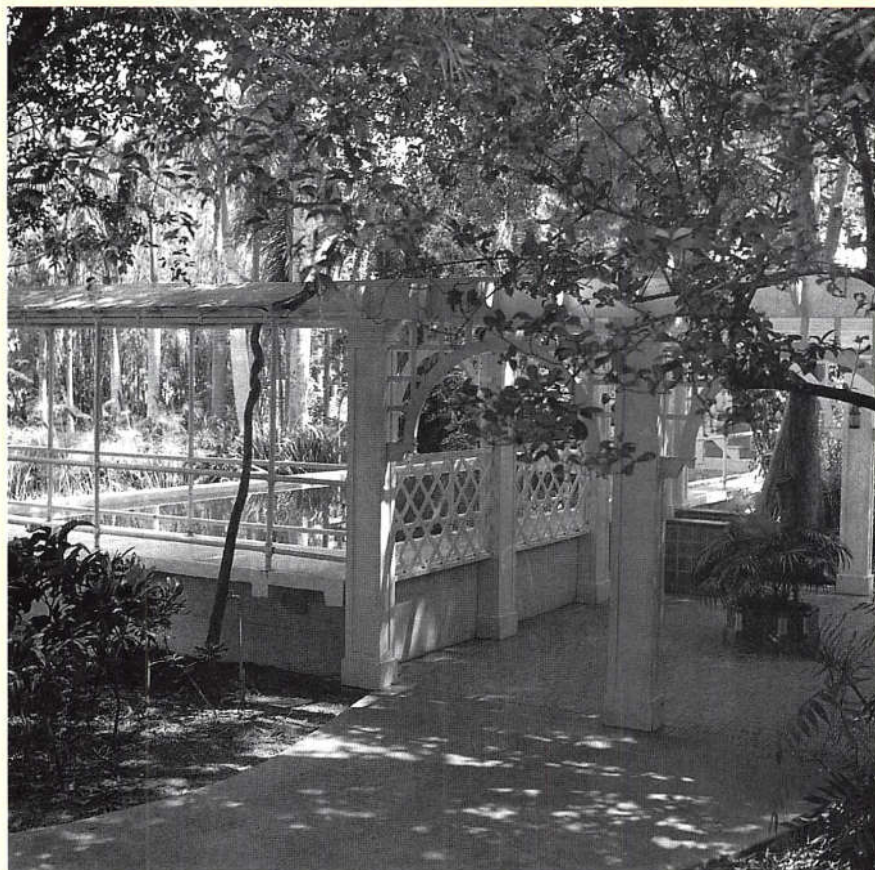
En 1887, ils s'installent à Glenmont, en bordure de West Orange. On y

breveter pour les Etats-Unis en 1891. Deux ans plus tard, il installe le premier studio de cinéma dans la cour de son laboratoire. Puis, il tente de perfectionner la projection sur écran. Le kinétoscope est né. Spectacles et numéros de cirque viennent se produire à West Orange. Le 14 avril 1894, on inaugure la première galerie de kinétoscopes, à New York. Deux hommes d'affaires créent la *Kineto-scope Company*. Ils ont racheté « la plus récente invention du sorcier, écrit la presse ».

L'année suivante, Edison trouve l'inspiration auprès d'un autre inventeur : le physicien allemand Wilhelm Röntgen. Sa découverte des rayons X le laisse pantois. En 1896, à l'Exposition Electrique de New York, Edison présente son fluoroscope. « *Les gens pouvaient ainsi jeter un coup d'œil sur leur squelette – pour la première et dernière fois de leur vie ! – Certains flanchaient lorsqu'ils se trouvaient devant l'écran et refusaient de regarder. D'autres se signaient dévotement devant l'image effrayante qu'ils apercevaient* », écrit l'*Electrical Engineer*.

Pendant quelques années encore, Edison court plusieurs lièvres. A tous, il attribue une valeur patriotique. Il veut prendre, à bras le corps, les problèmes de son pays. Exploitation du minerai de fer à l'Est des Etats-Unis, et construction d'un village minier qu'il baptise... *Edison*, par patriotisme ; achat d'une carrière de roches à ciment près de West Orange en 1898. Il y fonde, en 1902, l'*Edison Portland Cement Company*, qui se hisse, trois ans plus tard, au cinquième rang de la production mondiale !

Avec le béton, il voit loin. « *L'objet de mon invention est de réaliser un bâtiment de béton en le coulant d'une seule pièce. L'ensemble : les murs, le toit, les cloisons, les baignoires, les planchers, etc... constituera une seule masse.* » Dans un article publié le 30 octobre 1907, le magazine *Punch* ne



ROGER VOIET

résiste pas à la caricature. « *S'il arrive des hôtes qu'on n'attendait pas et qu'on ne sait où loger (...) le contribuable sera enchanté d'avoir une source de ciment liquide sous la main (...) Nous suggérons de peindre le robinet de ciment en rouge pour éviter de le confondre avec l'eau !* »

Mais Edison s'est déjà attelé à un autre problème : la traction électrique. L'époque des chevaux lui paraît révolue. « *Ils sont inutiles* », dit-il. Avec son ami Henry Ford, il réfléchit à une petite batterie. « *Je ne crois pas que la nature soit assez méchante pour nous empêcher de trouver le secret d'un accumulateur qui soit vraiment bon si nous mettons le paquet* », déclare-t-il. Quelques années plus tard, après de nombreuses tentatives, Ford abandonne pour se tourner vers les voitures à essence.

LA GUERRE, SA DERNIERE ENTREPRISE

Dès le début du conflit en 1914, les entreprises d'Edison souffrent du manque d'approvisionnement. Edison s'adapte et construit une nou-

La résidence d'hiver, où viennent lui rendre visite des admirateurs célèbres et des journalistes, comporte l'une des premières piscines de Floride.

velle usine à Silver Lake, près d'Orange. Il y produit du phénol, composant des explosifs. Il met au point un accumulateur, destiné aux sous-marins, qui supprime les émanations de chlore. Josephus Daniels, secrétaire du Département de la Marine, le contacte alors pour créer un laboratoire gouvernemental. En juillet 1915, Edison est nommé président du Comité consultatif de la Marine. « *La guerre de demain, si les Etats-Unis s'y engagent, sera une guerre où les machines se battront, non les soldats* », affirme l'inventeur.

Comment détecter les sous-marins, les torpilles, les vigies ? Pendant deux ans, il soumet divers projets, dépose de nombreux brevets. Mais, « *la nomination d'Edison n'avait pour effet que d'éveiller la curiosité du public* », déclare un membre du Département. Edison est amer. « *Pendant la guerre, j'ai fait environ 45 inventions, toutes très valables. Ils les*

L'ITINÉRAIRE CONQUÉRANT D'UN ENFANT DU NOUVEAU MONDE

ont toutes enterrées ; les officiels de la Marine détestent qu'un civil s'occupe de leurs affaires. Ils forment une corporation très fermée. »

A 72 ans, l'homme qui voulait donner la priorité aux besoins de l'Etat sent humilié. Mais d'autres sont là pour lui rendre les honneurs dont il est digne : l'amicale des Pionniers d'Edison, la presse, qui célèbre dignement son anniversaire chaque année, ses amis, Ford, Firestone. Enfin, ses admirateurs, célèbres ou non, qui lui rendent visite dans sa somptueuse résidence d'hiver de Fort Myers, en

Le 21 octobre 1931, le monde du cinéma rend un dernier hommage à l'inventeur, mort trois jours plus tôt. (A Londres, le studio de Cricklewood observe deux minutes de silence).

Floride. Edison n'a rien perdu de sa superbe. Il continue de fasciner dans des dîners, des conférences toujours plus bondés. « *Son allure rustique et sans prétention, la façon dont il s'exprime, très simplement mais avec clarté, son langage imagé, conquièrent l'auditoire* », relate le *New York Tribune*. Adulé, on oublie ses fautes, ses écarts.

Les journalistes continuent de venir l'interviewer. Edison parle de tout. La vie après la mort, les livres, la paix, l'éducation : « *Des assemblages de hiéroglyphes. Voilà ce qu'étudie la jeunesse d'aujourd'hui.* » Alors, il élabore pour elle un questionnaire d'embauche.

En 1926, il est élu à l'Académie des sciences. Mais il n'aime plus les mondanités. Sa surdité lui pèse. En 1929,

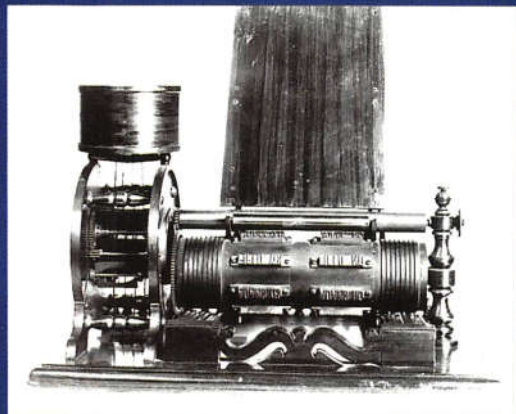
il s'attelle à sa dernière recherche, le caoutchouc.

Le 21 octobre 1929, on célèbre le cinquantenaire de la lampe à incandescence. Le Président Hoover et sa femme assistent au dîner. « *Personne ne disait mot ; tous étaient émus devant le spectacle de ce vieillard plongé dans ses souvenirs.* » Le vieux est fatigué. Sa santé décline. On diagnostique un diabète, une urémie, la maladie de Bright – maladie des reins. De rémissions en rechutes, Edison résiste jusqu'au 13 octobre 1931. Puis, il tombe dans le coma, et meurt le 18 octobre.

Le 21 octobre, un hommage national lui est rendu. Les lumières dans les grandes villes s'éteignent. Dans un dernier salut, la Statue de la Liberté cesse de briller. ■



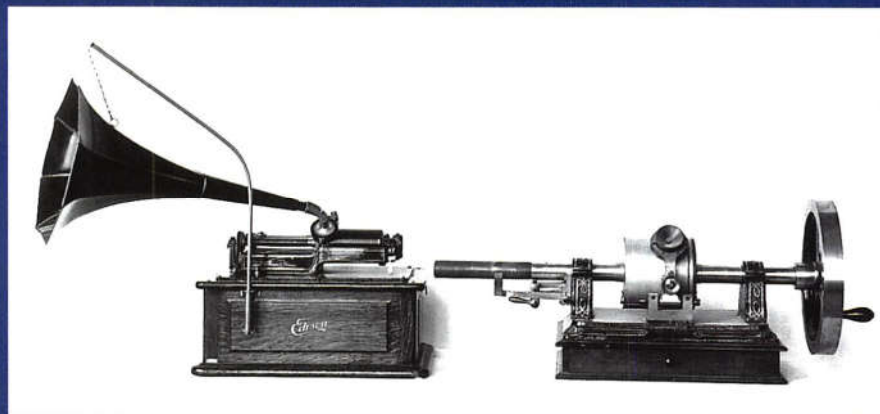
NEUF DE SES INVENTIONS PARMIS D'AUTRES...



DYE - USIS

La machine à voter

Le 11 octobre 1868, Edison dépose son premier brevet. Il décrit une machine à voter automatique, composée de deux boutons, oui et non. Installée à côté du pupitre de chaque député, elle est reliée à un tableau central où s'affichent les totaux.



DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN

« Le phonographe, mon bébé »

En janvier 1878, Edison fonde la Compagnie Edison du phonographe parlant. Le brevet est accordé le 19 février, sous le n° 200.251. Après 10 ans de recherches et d'améliorations successives, le phonographe entre définitivement dans les mœurs. En juin 1889, 1200 phonographes sont sur le marché.



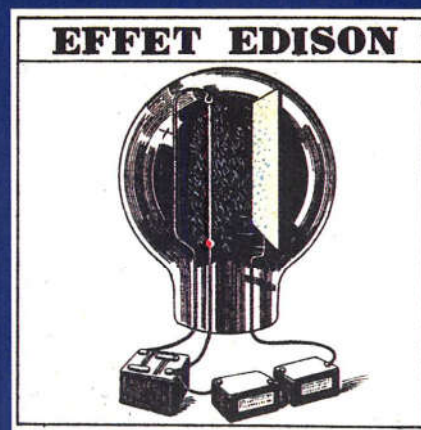
ILLUSTRATION - SYGMA - KEYSTONE

La machine à dicter

Reliée directement à un phonographe par un écouteur, la dactylo peut taper simultanément le texte préalablement enregistré. En 1914, Edison crée le transophone. Muni d'un bouton de contrôle, permettant de commander le circuit, ce mécanisme permet à la dactylo de localiser des passages du texte pour les réécouter.

L'effet Edison

C'est en travaillant sur la lampe qu'Edison découvre, en 1883, ce qui deviendra l'effet Edison. En observant un dépôt noir à l'intérieur de l'ampoule, il découvre qu'un courant électrique déplace ces particules de charbon du filament vers l'ampoule. Un métal chauffé au rouge émet donc un nuage d'électrons. Plus tard, les lampes de radio utiliseront cet effet pour l'émission de sons.



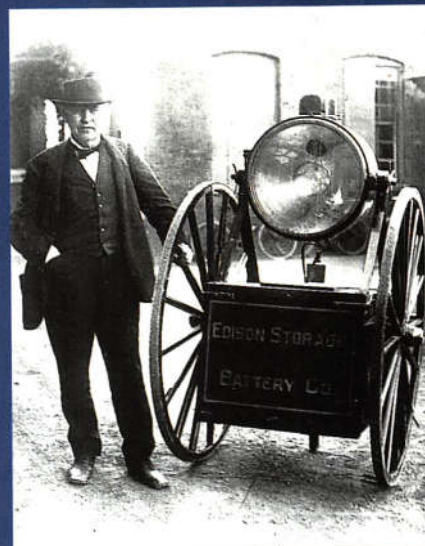
L. DE SEIVA - TAPABOR

La poupée parlante

« Une poupée qui pourrait parler, chanter, pleurer, rire, voilà qui ferait un beau cadeau de Noël », juin 1878. Un phonographe miniature est incorporé dans le corps de la poupée. Une clef permet de remonter le mécanisme. Les petite filles ont le choix : rondes, contes, chansons enfantines.



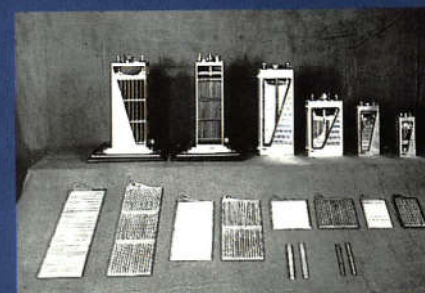
L'ILLUSTRATION - SYGMA - KEYSTONE



BOYER - VIOLET

Les accumulateurs

En 1904, Edison met au point un accumulateur au fer nickel qui donne aux véhicules une autonomie de 160 kilomètres entre deux recharges. Sortant d'un entretien avec Edison, Henry Ford déclare : Nous nous préparons à mettre une voiture électrique sur le marché.



DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN

La plume électrique

En 1877, Edison dépose le brevet du stylo électrique, précurseur de la polycopie au stencil et du tatouage. Un stylet perforateur est inséré dans un tube au sommet duquel se trouve un petit moteur à pile. La plume perce un papier fort étalé sur une plaque d'acier. La rédaction achevée, on obtient une copie du texte en passant un rouleau encre sur le papier.



I. DE SELVA - TAPABOR

La première caméra, le kinétographe

En 1891, Edison brevète le kinétographe. Il est inséré dans une boîte à l'épreuve de la lumière. Un moteur électrique alimente l'obturateur devant lequel défile le film. L'axe de l'obturateur est relié à un phonographe qui permet d'enregistrer simultanément le son. Les spectateurs peuvent visionner les films à travers des kinéscopes individuels brevetés la même année.



HARLINGUE - VIOLET

En 1910, il crée un accumulateur destiné aux sous-marins. En remplaçant l'acide sulfurique par une solution de potasse, il supprime les émanations de chlore, alors très nocives pour les sous-marins.

Le béton

En août 1908, Edison dépose un brevet pour la construction de maisons coulées en béton. Le moule serait constitué d'éléments en fonte entre lesquels on coulerait le ciment. Pour accroître la résistance, des fils métalliques seraient insérés dans le ciment. Aux Etats-Unis, le terme « béton armé » fait son apparition.

Alice Rolland

COLLECTIONNEZ LES GRANDES PAGES DE L'HISTOIRE DES SCIENCES COLLECTION 1996 LES GRANDS INGÉNIEURS

En 1996, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE vous font découvrir les grands ingénieurs et les temps forts de leur invention. Faites la connaissance scientifique de six hommes d'exception :



DIESEL

EDISON



LÉONARD DE VINCI



EIFFEL

ETC...



Elegante et pratique, chaque reliure est conçue pour classer 12 numéros des CAHIERS DE SCIENCE & VIE

BON DE COMMANDE

à compléter et à retourner avec votre règlement à l'ordre des CAHIERS DE SCIENCE & VIE sous enveloppe affranchie à : Service VPC- 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.

- ☐ Je commande LA COLLECTION 1996 des CAHIERS de SCIENCE & VIE du n° 31 au n° 36 inclus : 160 francs au lieu de 192 francs*

Les numéros déjà parus me parviendront dans un délai de 3 semaines. Les numéros à venir me parviendront au fur et à mesure de leur parution.

- ☐ Je commande reliure(s) des CAHIERS de SCIENCE & VIE au prix unitaire de 65 francs - étranger 75 francs

* Cochez les cases de votre choix

- Le montant de ma commande est de francs

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Offres valables jusqu'à fin 1996 et réservées à la France Métropolitaine
Etranger: nous consulter Tel (33-1) 46 48 47 08 ou 46 48 47 11

[*] Prix de vente normal chez votre marchand de journaux

En application de l'article L 27 de la loi du 6/01/1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont exclusivement communiquées au destinataire la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès d'Excelsior. Vous pouvez vous opposer à ce que vos nom et adresse soient communiqués ultérieurement.

PAR
EMMANUEL
CHADEAU

L'AIR DU TEMPS

30 ANS
DE
DÉCOUVERTES

Édito *La fin de la guerre de Sécession ouvre une ère nouvelle : celle de la conquête intérieure du pays et de son exploitation à grande échelle. Les villes s'étendent. Un goût prononcé pour le gigantisme s'exprime à travers*

les constructions, les réseaux de chemins de fer, le commerce... Les applications industrielles de l'électricité se développent. Vers la fin du XIX^e siècle, le savoir-faire américain dans ce domaine s'apprête à défier l'Europe.



ILLUSTRATION : SYGMA - KEYSTONE

La conquête de l'espace intérieur

De 1865 à 1890, la conquête de l'espace continental reprend par l'ouest, depuis l'Oregon, le Nevada et la Californie, depuis les grandes plaines du centre et les déserts du Texas. C'est l'âge d'or de la « Conquête de l'Ouest », avec sa légende faite de cow-boys, de prédicateurs, de chercheurs d'or, d'aventuriers, de shérifs et de marshalls. Quand l'Union déclare en 1890 la fin officielle de cette épopée, plusieurs territoires ne sont pourtant même pas encore des États, et n'ont donc ni Capitole, ni parlement local. Outre l'Utah, terre refuge des Mormons, et l'Alaska, rachetée naguère à la Russie, ces terres à peine égratignées, et ingrates, portent des noms désormais légendaires : Arizona, Nouveau-Mexique, Oklahoma.

Buffalo
Bill : les
héros du Far
West se recon-
vertissent dans
l'industrie du spectacle.

MISÈRE ET SÉGRÉGATION, OU L'AUTRE VISAGE DE L'AMÉRIQUE

La victoire du Nord sur le Sud, en 1865, a scellé le sort de l'esclavage aux Etats-Unis, au prix de morts innombrables. La société du Sud – plantations, *garden parties* et *gentlemen* à l'anglaise – perd un de ses fondements. Les « petits blancs » sont déboussolés. En 1874, les Etats sécessionnistes retrouvent leur liberté politique. Alors ils inscrivent dans leurs lois la

ségrégation entre Blancs et Noirs. Formée au Tennessee en 1867, la société secrète du Ku Klux Klan, qui s'enveloppe d'un rituel pseudo-chrétien, sème la terreur parmi les Noirs qui voudraient exercer leur droit de vote. Elle est interdite en 1877. De plus en plus, des Noirs montent vers le Nord, surtout vers New York et Chicago. Là, une ségrégation de fait crée des « villes dans les villes » où se forme un sous-prolétariat de parias, employés aux jobs de deuxième ordre du monde industriel.

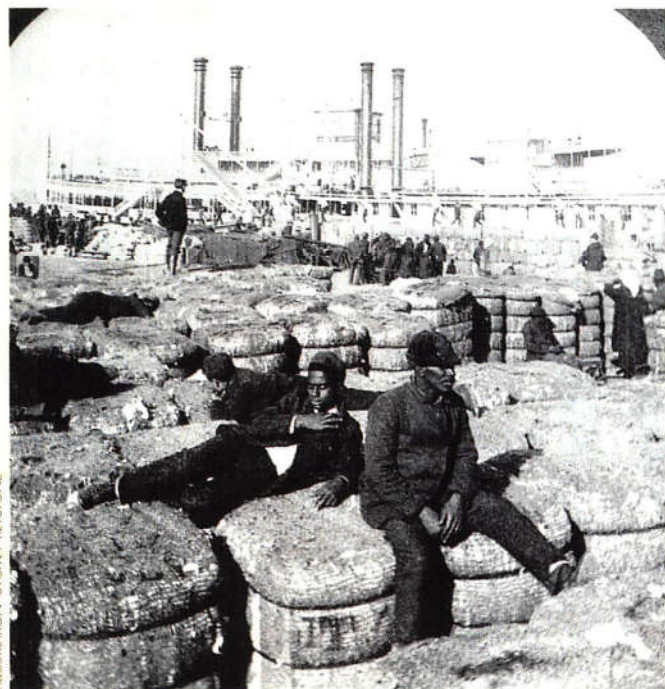


ILLUSTRATION: SYGMAA, REYNOLDS

Maxim sort une mitrailleuse automatique

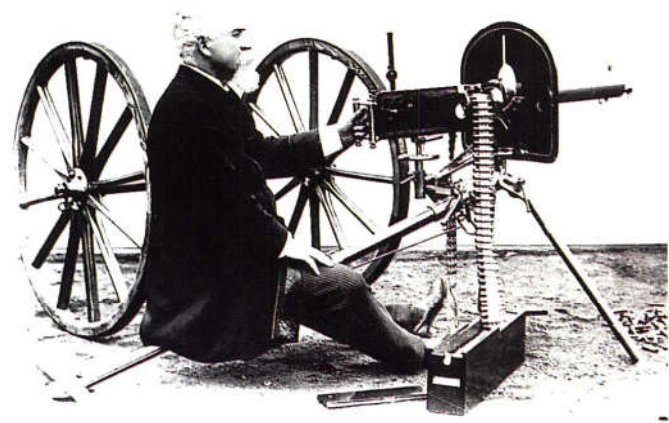
Londres, 1895. L'électricien américain, Hiram Maxim, a mis au point une arme redoutable : une mitrailleuse automatique de 7,7 mm et de plus 2000 mètres de portée. Une simple action sur la détente délivre des rafales de 600 balles à la minute.

L'arme se recharge automatiquement en utilisant son mouvement de recul. L'inventeur n'en est pas à sa première arme. En 1884, la Maxim Gun Company fabriquait son premier fusil automatique, modèle perfectionné du Winchester.

UN GRAND DESTIN AGRICOLE

Depuis 1875, la double révolution des navires à vapeur et des frigorifiques transforme le destin agricole du pays. Il se lance dans l'exportation à grande échelle des céréales et de la viande, en premier lieu pour ravitailler l'Europe, et, singulière-

ment, la Grande-Bretagne. De Saint-Louis par le Mississippi et par chemin de fer, jusqu'aux Grands Lacs et Chicago, remontent les grains, le bétail des grandes plaines. On envisage aussi de relier l'Hudson et New York aux lacs par un canal jusqu'à l'Erié. Au milieu des années 1880, chacun estime que les travaux de régularisation du Saint-Laurent font de Montréal le débouché maritime à la fois du Québec et des Etats-Unis. Encore quelques années de travaux, et les navires de haute mer pourront rejoindre Chicago.



BOYER-VIOLET

Chicago exporte son style

La reconstruction de la ville de Chicago, ravagée en 1871 par un incendie meurtrier, prend l'allure d'un défi architectural. Sous l'impulsion de William Le Baron Jenney, l'acier a fait son entrée dans la construction des immeubles. Rendus ainsi plus résistants, ces derniers ont gagné en hauteur et en légèreté. Après le Home Insurance Building (1885), les gratte-ciel s'élè-



ILLUSTRATION: SYGMA

L'Air du Temps

vent l'un après l'autre et leurs murs font de plus en plus place au verre, autre innovation de l'école de Chicago. Cette dernière exporte son style. A Saint-Louis dans le Missouri, le fonctionnaliste Louis Sullivan signe en 1891 le Wainwright Building. Les dix étages du gratte-ciel ont été élevés autour d'une charpente d'acier.

L'EMPIRE DU TABAC

En 1881, James Bonsack dépose le brevet d'une machine à fabriquer des cigarettes au rendement inégalé : 70 000 cigarettes en dix heures. Peu de temps plus tard, il vend à James B. Duke, un commerçant avisé, son

brevet, bien vite perfectionné. Grâce à un réseau d'agents commerciaux disséminés dans tout le pays, qui répondent en 24 heures, par télégraphe, aux ordres d'une organisation centrale, Duke établit en quelques années sur tout l'Est, et bientôt sur les Grandes Plaines, un empire indestructible : celui d'American Tobacco.

La fièvre du chemin de fer

Depuis 1869, on peut traverser le pays d'un océan à l'autre par le transcontinental, qui noue un réseau de 85 000 kilomètres. Mais la fièvre ferroviaire ne se dément pas : en 1882, 193 000 kilomètres de voies sillonnent le pays, et 267 000 kilomètres en 1890. C'est 10 milliards de dollars d'investissements, 53 millions d'hectares mis en valeur ou concédés par les Compagnies qui les ont reçus pour presque rien de l'Union. Les wagons Pullman de Chicago sont déjà célèbres, comme les freins pneumatiques Westinghouse, et plus encore, les noms des magnats qui ont fondé l'East Central, de Pennsylvania, ou le Central Pacific, tels Gould, Harriman, Hill ou Vanderbilt, et qui trônent au sommet de la hiérarchie des fortunes.



DATE: USIS



ILLUSTRATION: SYGMA

Le bien-être sur catalogue

La plupart des Américains vivent dans des petites villes et dans les campagnes. A leur service, dans la rue principale, ou au coin de la rue,

les *general stores* et les *drugstores*, petites ou moyennes surfaces qui débitent de tout, en rayon ou sur commande, du fil barbelé au café en sachets, des tisanes au

L'Air du Temps

whisky, du *blue jean* aux fusils de chasse. Grâce au télégraphe, et bientôt au téléphone, grâce au chemin de fer, ces points de vente sont, dès 1898, reliés à la plus grande

maison généraliste de vente sur catalogue au monde, Sears & Roebuck, déjà célèbre pour ses immenses entrepôts de New York ou Chicago. On peut même y commander des maisons à monter soi-même, et des fermes au grand complet, cheptel et graines de luzerne inclus !

LE TÉLÉGRAPHE MET LES PENDULES À L'HEURE

Western Union en tête, les compagnies télégraphiques sont le nerf de l'Amérique. Privée ou publique, toute l'information, en clair, ou en code, passe par leurs fils, dans le bizarre langage de Samuel Morse. En

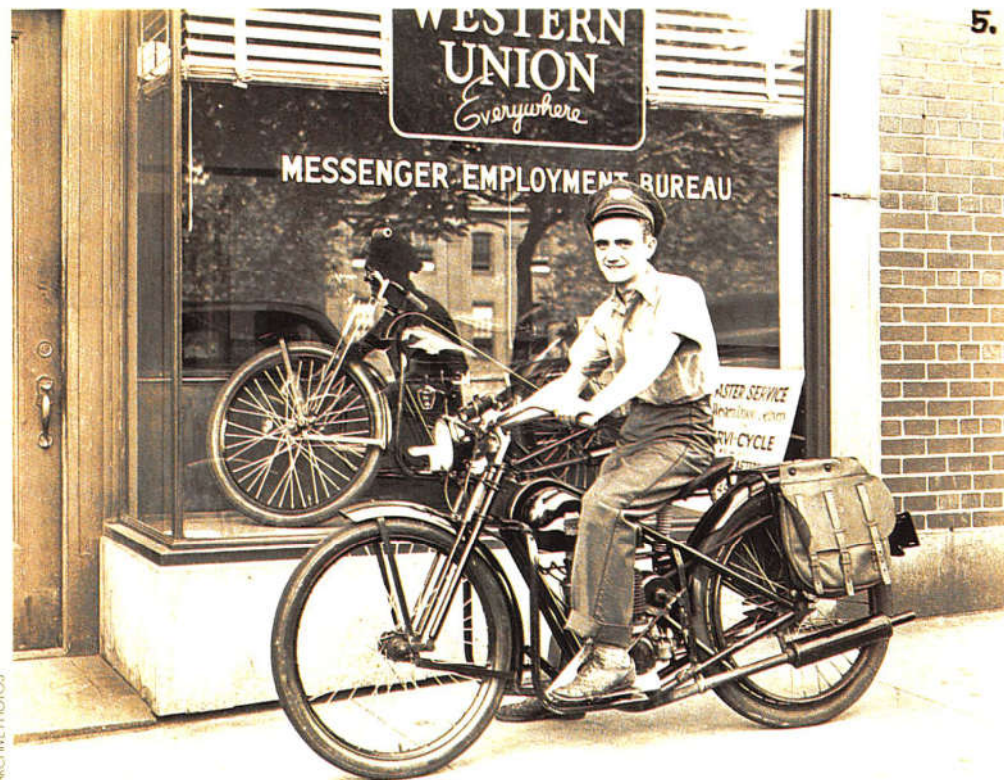
1883, leur pouvoir est assez grand pour qu'à leur demande, le Congrès vote une loi qui divise avec précision le territoire de l'Union en quatre fuseaux horaires, alignés sur le premier méridien de Greenwich en Grande-Bretagne :

Atlantique, East Central, West Central, Pacifique. Qu'on se le dise : San Francisco se lève désormais trois heures plus tôt que New York, une heure avant Denver (Colorado) et deux heures avant Birmingham (Alabama).

La première multinationale technologique

Entre 1892 et 1905, la General Electric (ancienne compagnie Edison & Thomson) devient la première multinationale du monde. Son âme : l'électricité sous toutes ses formes, de la lampe à la grosse turbine, du câble au réseau clés en mains, servie par le plus grand laboratoire industriel du monde. Son moteur : une organisation inédite, par branches de produits et par pays, avec des directions horizontales qui planifient l'allocation du capital, de la main d'œuvre, des brevets. Le moteur de son expansion : négocier la qualité de ses brevets contre des *joint-ventures* dans les pays étrangers. Sa cible privilégiée : l'Europe. Ses grandes affiliées : General Electric Co en Grande-Bretagne (1893), Thomson-Houston en France (1895), Cie Générale d'Electricité en Italie (1894), Allgemeine Elektrizität Gesellschaft (AEG, 1905) en Allemagne. Sans compter les filiales austro-hongroises ou russes.

5.



ARCHIVE PHOTOS

PEUT-ON ARRÊTER LES FIRMES GÉANTES ?

1887 John D. Rockefeller est inquiet. Depuis 1870, en contrôlant des flottes de wagons de chemin de fer puis de pipe-lines, puis des raffineries et des entrepôts, il a, à partir de la Standard Oil

Company, constitué un immense trust. Or, le sénateur John Sherman a fait adopter par le Congrès une loi qui interdit les trusts et toute autre forme de monopole. Elle est taillée sur mesure contre la Standard Oil.



ARCHIVE PHOTOS

Time is money

Ce vieil adage est remis en 1896 au goût du jour par un ingénieur de quarante ans, employé de la Bethlehem Steel, Frederick Winslow Taylor, inventeur des aciers à coupe rapide qui accélèrent le rendement des machines. Dans un opuscule intitulé *L'Ajustement des salaires au rendement*, il

Le roman de la réussite

L'Amérique officielle aime les *self-made men* et cultive les détails de leur biographie. Andrew Carnegie, « roi de l'acier », né en Ecosse en 1835, émigré à treize ans, employé des chemins de fer à dix-huit, voit son destin changé par la guerre civile, qui fait de lui un des chefs de la logistique nordiste. La paix revenue, il se lance dans les affaires : wagons-lits, ponts métalliques, puis usines métal-

lurgiques, hauts fourneaux, locomotives et mines de charbon, enfin compagnies ferroviaires. Roi de Pittsburg et des mines de fer de Mesabi (Minnesota), il fait en 1899 le compte de sa fortune : un capital action de 320 millions de dollars, qui lui en rapportent 20 par an ! Sa conviction : le monde de demain est entre les mains des outsiders qui commencent leur carrière, comme lui, en balayant les bureaux.



ILLUSTRATION : SYGMA

préconise l'organisation du travail de telle sorte que le salaire n'exprime pas seulement le temps de présence de l'ouvrier, mais l'ajustement du temps de travail, opération par opération, au rendement optimum de la machine. L'auteur ouvre là un riche débat.



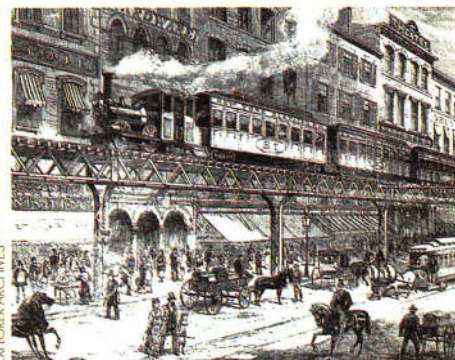
ILLUSTRATION : REYSONNE

L'Air du Temps

Le pari gagné de Sprague

Virginie, février 1888. Frank Julian Sprague a gagné son pari. En 1887, cet ingénieur d'une trentaine d'années s'était engagé à doter Richmond d'un réseau de tramways en l'espace de quatre-vingt-dix jours. Il a fallu, en ce court laps de temps, poser environ vingt kilomètres de voie, des lignes aériennes, construire quatre-vingt moteurs, et équiper une centrale électrique ainsi que quarante voitures. Outre l'audace du

projet, le système de Sprague comporte une innovation importante en matière de traction électrique : il a développé un système de retour du courant par les roues et les rails du tramway.



En 1881, est mis en service le premier chemin de fer aérien de New York. Quelque cent kilomètres de voies aériennes déchargent la circulation autour de Manhattan.

Waterman s'offre un bon stylo

1884. Lassé des fuites de son porte-plume à réservoir, Lewis E. Waterman a décidé de remédier personnellement au problème. Il a mis au point un conduit qui, doté de petits canaux capillaires, alimente normalement la plume

en encre, tout en assurant une étanchéité parfaite. Résultat : ce stylo à compte-gouttes qui ne fuit pas, ne se bouche pas, promet un succès « sans tache » à l'Ideal Pen Compagny qui le commercialise.

Porte-Plume Ideal Waterman

LE
CADEAU
LE PLUS APPRÉCIÉ DE TOUS

SE FAIT EN 3 MODÈLES

Modèle "RÉGULIER"
LE PLUS SIMPLE

Modèle "P. S. F."
À LEVER ET À CARBONER DE LA PLUME
REMPLISSAGE ABSOLU ET INSTANTANÉ

Modèle "SAFETY"
SE PORTE DANS
TOUTES LES POSITIONS

EN VENTE DANS TOUTES LES BONNES MAISONS ET CHEZ

KIRBY, BEARD & C^o L^o
Catalogue spécial 420 francs MAISON FONDÉE EN 1743 5, Rue Auber, PARIS

COAL JB - EXPIRER

Le « tourne-disque » d'Emil Berliner

A amateur de musique, Emil Berliner s'est penché sur la technique d'enregistrement du son. Lancé en 1887, son gramophone, modèle simplifié du phono-

graphe d'Edison, comporte, à la place du cylindre, un disque plat de zinc, enduit de cire. En 1889, Berliner met au point un procédé économique de duplication des disques. A partir de l'enregistrement original sur cire, il tire une matrice métallique (le négatif) qui va servir de moule pour des milliers d'exemplaires.

Appuyez sur le bouton, Kodak fait le reste

Rochester, 1889. Lancée en 1888, la petite boîte noire de George Eastman a mis la photographie à la portée de tous. Facile d'utilisation, elle ne nécessite ni réglage, ni mise au point, et libère l'amateur du développement des photos, depuis que la bande de papier s'est substituée aux plaques de verre comme support de l'émulsion. En effet, une fois le rouleau terminé, la firme Eastman Kodak offre, pour 10 dollars, une nouvelle pellicule et le tirage des cent photos. Mais on n'arrête pas le progrès. Eastman vient d'apporter un nouveau perfectionnement à la pellicule : le rouleau de papier nécessitait une opération délicate qui consistait à en détacher l'émulsion avant d'immerger celle-ci dans une fine couche de gélatine. Il cède désormais la place à un film transparent de celluloid, plus facile à mettre en place et à développer. Cette invention intéresse au plus haut point Edison qui vient de déposer un brevet pour son kinéscope.



ARCHIVE PHOTOS

SUR LE PONT DE BROOKLYN

Plusieurs milliers de spectateurs ont assisté, le 25 mai 1883, à l'inauguration du gigantesque pont qui relie Brooklyn à New York. Commencés en 1869 sous la férule

de John A. Roebling, les travaux ont connu maintes péripéties. D'abord la mort de l'architecte qui succombe, après un accident de bateau, à une crise de tétanos. Les tra-

vaux se poursuivent sous la direction de son fils, Washington, architecte lui aussi. Ils sont à nouveau interrompus par un incendie qui ravage les caissons où travaillent les ouvriers. A l'origine du sinistre, un système de pompes à air qui alimentait en oxygène les caissons disposés sous le lit de la rivière. Aux incidents, qui coûtent la vie à plus de vingt ouvriers, s'ajoutent des difficultés d'ordre matériel, qui portent la facture à seize millions de dollars. Mais le pont est aujourd'hui là, majestueux, trônant à 40 m au dessus de l'East River. Ses 4785 m de long font de lui le plus grand pont suspendu du monde.

Brooklyn Bridge, New York City



EXPLORER ARCHIVES

Les chutes du Niagara domestiquées

Buffalo, 1895. Une centrale hydroélectrique vient d'être installée au pied des chutes afin d'alimenter en électricité la ville proche de Buffalo. L'utilisation de la force des cascades pour le transport de l'électricité n'est pas une première, puisque des développements similaires ont eu lieu dans les Alpes et en Scandinavie. L'innovation

réside dans l'utilisation du type du courant. En effet, le choix s'est porté sur un système à courant alternatif mis au point par Tesla. Ce système s'avère plus économique que le courant continu pour la transmission de l'électricité à longue distance. C'est aussi un triomphe pour Westinghouse qui a procédé à la construction de la centrale.

Mise à mort par électrocution

Buffalo, août 1890. L'Etat de New York a adopté un nouveau mode d'exécution qui, paraît-il, procure une mort plus douce que la pendaison. Convaincu de meurtre à la hache contre la personne de son épouse, William Kemmler a reçu des décharges

de plusieurs centaines de volts. N'ayant pas réussi du premier coup, l'opération fut renouvelée jusqu'à ce que la mort fût constatée. Commentaire de George Westinghouse : « L'exécution fut brutale. Ils auraient mieux fait avec une hache... »

ACTEURS HUMAINS ET NON HUMAINS



Une connaissance profonde des systèmes électriques, acquise sur le tas plus que dans les ouvrages théoriques, un laboratoire formé de brillants artisans, le soutien financier d'une des plus grandes sociétés de communication de l'époque et de quelques milliardaires de Wall Street, tous ces éléments se combinent dans l'histoire des trois inventions que nous racontons dans ce numéro.

Les Hommes d



AMIS ET COLLABORATEURS

Elevé à Manchester, en Angleterre, **Charles Batchelor**, dit « Batch », se forme au métier d'ingénieur en travaillant très jeune dans les usines textiles. Il est rapidement remarqué pour ses talents de mécanicien. En 1865, il est envoyé en Amérique pour installer une nouvelle machine à tisser le coton dans une manufacture de Newark. L'Amérique le fascine et il décide d'y rester. A 22 ans, il est engagé chez Edison.

« Batch » se rend vite indispensable. Edison admire sa patience, son ardeur au travail et sa méticulosité. Edison décrit les schémas, Batchelor réalise les croquis et les plans. Il devient son assistant chef, à un salaire correct. Comme tous les principaux collaborateurs d'Edison, il perçoit en plus un pourcentage sur les



Charles Batchelor

ventes des appareils construits au laboratoire de Menlo Park, puis à celui de West Orange.

En l'absence d'Edison, il a la responsabilité du laboratoire. Il assure aussi la formation des nouveaux employés. Une tâche qu'il n'apprécie guère, car il la ressent comme une perte de temps. En janvier 1881, Edison l'envoie en Europe en vue des prochaines expositions sur l'électricité, à Paris et à Londres. A son retour, en 1884, il prend la direction de la Compagnie de construction de machines.

Après presque 30 ans de bons et loyaux services, il quitte Edison, à la fin des années 1890, pour se consacrer aux voyages. Il meurt d'une crise cardiaque le 1^{er} janvier 1910.

Né en Suisse, **John Kruesi** fut abandonné dès son plus jeune âge et élevé dans un orphelinat. Après un apprentissage chez un serrurier, il devient mécanicien itinérant. Pendant trois ans, il parcourt la Hollande, la Belgique et la France, tantôt horloger, tantôt mécanicien. En 1870, il s'embarque pour les Etats-Unis et rejoint la Compagnie de machines à coudre Singer.

L'association avec Edison date de l'atelier de Newark. Maître en mécanique, il est chargé de réaliser les plans de Batchelor. Une amitié sans faille se noue entre les deux hommes. Peu de temps après l'installation à Menlo Park,

Les histoires des trois inventions que nous avons choisi de raconter, la mise au point de la capsule microphonique au carbone, celle de l'ampoule électrique et l'installation du premier réseau public d'éclairage mettent en scène une poignée de collaborateurs dévoués corps et âmes, de solides relations dans la haute finance, un inventeur concurrent, Graham Bell, quelques dispositifs et lois simples de l'électricité...

**PAR ALICE ROLLAND
ET CLAUDE REYRAUD**

Kruesi est nommé responsable de l'atelier de construction. Bois, métal, verre, il connaît tous les matériaux.

En février 1881, Edison lui confie l'administration de l'Edison Electric Tube Company, au 65 Washington Street, à New York. Il est aussi en charge du suivi des travaux de génie civil pour la station

centrale de Pearl Street.

Kruesi meurt en 1899, à l'âge de 56 ans.

« Mes enfants ont grandi sans connaître leur père. Quand je rentrais chez moi, le soir, ce qui était rare, ils étaient déjà couchés. (...) Mais Edison rendait le travail passionnant. Il me faisait sentir que je faisais vraiment

'Edison

quelque chose avec lui. Je n'étais pas qu'un simple ouvrier. »

Envoyé par Grosvenor P. Lowrey, avocat de la Western (voir ci-dessous), **John Ott** rejoint l'équipe de l'inventeur en 1871, à l'atelier de Newark. Il a 21 ans. Edison a entendu parler de lui. Parfois, la communication entre les deux hommes se résumera à une petite phrase, rituelle, griffonnée par Edison sur un schéma. « *John Ott, construisez-moi ça* ». Edison lui fait confiance. Car il sait qu'il possède un doigté exceptionnel, une patience d'ange, et qu'il voue au patron une admiration sans borne. Edison le charge des constructions les plus délicates. Il sera notamment très impliqué dans la réalisation de la première ampoule et suivra l'installation des réseaux de distribution.

Les deux hommes sont très proches. C'est grâce à Ott qu'Edison a rencontré sa première femme : Mary Stilwel.

Une mauvaise chute d'un monte-charge en 1900 le fera boiter pour le restant de sa vie. Edison, par reconnaissance, continuera à le rétribuer, même quand il ne pourra plus travailler. Alité pendant des années avant sa mort, il s'éteint quelques jours après Edison. Sa dernière volonté, par fidélité : que ses béquilles soient enterrées près

du cercueil de l'inventeur.

Diplômé en physique de l'université de Princetown, ancien élève d'Hermann von Helmholtz, **Francis R. Upton**, dit « *Culture* », possède le bagage scientifique théorique qui fait quelque peu défaut à Menlo Park. Edison l'engage en 1878. Il lui a été recommandé par Howard R. Butler, de la Gold and Stock Telegraph Company. Edison lui confie une mission des plus ardues. Reprendre toutes les notes de l'inventeur sur la lampe, en faire une synthèse, pour ensuite la comparer avec les travaux effectués par d'autres dans ce domaine. Tout ce qui sera inédit fera l'objet d'un brevet. Le 22 novembre, Francis Upton lui remet un résumé de dix pages. Mais il veut plus

d'informations. « *Je veux que vous m'expliquiez votre lampe et me disiez exactement ce que vous revendiquez... Je suis sûr que la somme de ces détails constitue une nouveauté, qu'importe si ces détails ont été utilisés avant.* »

Après avoir activement contribué à l'invention de la lampe, à partir de 1881, Upton se consacrera exclusivement à la production d'ampoules. En octobre 1883, après cinq années passées aux côtés d'Edison sans être payé, Upton décide qu'il est temps pour lui d'être rémunéré ! Il réclame à l'inventeur un salaire de 6 000 dollars par an. Après négociations, Edison le ramènera à 2 750 dollars. L'argent sera toujours source de différends entre eux. Upton engage cependant ses propres deniers dans la mise en place des différentes compagnies électriques d'Edison. Mais il reste prudent. Chargé de gérer les brevets, il parviendra à octroyer à Edison un pourcentage sur quelques-uns des brevets accordés. En 1894, il suit Edison dans sa nouvelle entreprise, le ciment. Il se retire quelques années plus tard pour vivre de ses rentes et meurt d'un cancer en 1921.

Né en Allemagne en 1859, **Ludwig K. Bœhm** travaille quelques années dans l'atelier de Johann Heinrich Geissler à Bonn, souffleur de verre très renommé, dont Edison



Ludwig K. Bœhm

utilise déjà les tubes.

Il émigre aux Etats-Unis en 1878, époque où Edison cherche un expert dans cette profession. Bœhm part immédiatement pour Menlo Park. Sa position est assez confortable. Outre qu'Edison a besoin de lui, les références du jeune homme parlent d'elles-mêmes. Bœhm parvient donc à négocier un salaire de 20 dollars par semaine, puis 30 dollars après quelques mois.

Il est drôle, sensible et artiste à ses heures. Après les dîners au laboratoire, invariablement pris vers minuit, il entonne quelques chansons allemandes en s'accompagnant à la cithare. « *Il avait une voix dont le timbre se situait entre l'anneau métallique d'une vieille boîte de tomates et une cruche d'étain* », raconte Edison.

Ses relations avec les autres collaborateurs d'Edison sont assez tendues. Il quitte la pension où ils sont tous logés pour s'installer dans le laboratoire. Inévitablement, les autres en prennent ombrage. Et les plaisanteries se succè-



John Ott

LES HOMMES D'EDISON

dent. La nuit, ils montent sur le toit de la pièce où s'est réfugié Bœhm et font rouler des pierres sur la toiture, tapent sur les fenêtres, grattent les murs... Agacé, Bœhm tire un coup de fusil dans leur direction. Le lendemain, au petit déjeuner, personne ne bronche. Mais tous ont à portée de la main, un couteau, une fourchette, un bâton !

Bœhm ne restera qu'une année chez Edison, mais la plus décisive !

2

INDUSTRIELS, FINANCIERS, HOMMES D'AFFAIRES...

Le 1^{er} avril 1851, le magnat des chemins de fer, Ezra Cornell, fonde la New York and Mississippi Valley Printing Telegraph Company. En 1856, elle change de nom pour devenir la **Western Union** Telegraph Company. Ses premiers bureaux se situent au Reynolds Arcade Building, à New York. Progressivement, elle absorbe toutes les petites sociétés de télégraphe régionales. Même les petites villes possèdent un bureau de la Western Union. Le 1^{er} octobre 1865, la compagnie a déjà racheté 6 080 kilomètres de lignes. Son propre réseau couvre plus de 13 750 kilomètres. C'est alors la seule compagnie à posséder un réseau national.

En 1866, la Western s'agran-

dit et s'installe au 145 Broadway. Le 10 juillet 1867, William Orton accède à la présidence.

Edison y fait ses premières armes en 1864. En 1873, il rencontre William Orton et lui demande d'utiliser les réseaux de la compagnie pour perfectionner son système duplex. Orton ne se fait pas prier : il aura la primeur de toutes les inventions d'Edison ! Après trois années de relations chaotiques, Edison et la compagnie trouvent un terrain d'entente. L'un invente, l'autre finance et bénéficie des matériels produits : le télégraphe, le phonographe, le téléphone, la lampe. La Western défend tous les brevets d'Edison, plaide dans tous les procès, négocie, achète, revend. Edison bénéficiera de cet allié financier de poids pendant de longues années.

En 1876, la compagnie déménage à nouveau son siège. Elle l'installe dans un bâtiment de 10 étages, au 195 Broadway. Le 9 janvier 1881, elle s'associe avec sa concurrente, l'American Union Telegraph Company, fondée par Jay Gould, qui prend la direction de l'entreprise. Financièrement, c'est une alliance fructueuse. Le conseil d'administration est ainsi surnommé « le conseil d'un milliard de dollars ».

La première rencontre avec **Jay Gould** promeut Edison au rang d'« inventeur professionnel ». De 11 ans son aîné, l'homme d'affaires possède déjà une solide réputation de « requin de la finance ». Fon-

dateur de l'Atlantic and Pacific Telegraph Company et de l'American Union Telegraph Company, en 1881, Gould s'impose en force sur le marché de la télégraphie. La concurrence est âpre. Pour Gould, tous les moyens sont bons. Objectif affiché, prendre le contrôle de la Western Union. Des années de lutte et de procès dans lesquels il entraîne, sans scrupule, ses adversaires, mais aussi ses associés et amis. Dans cette partie que Gould joue seul, Edison n'est qu'un pion. Parlant de l'homme d'affaires, Edison déclarera : « *On eût dit qu'il avait la conscience atrophiée ; peut-être était-ce dû à ses relations avec des gens qui, eux, n'avaient jamais eu la moindre conscience.* » Une attitude ambiguë qui vaudra bien des critiques à l'inventeur. Devant la crainte et la panique qu'inspirent ses méthodes, Edison se détache peu à peu de Gould. Celui dont on dit qu'« *il a accumulé les haines à une époque réputée pour les coups fourrés et les escroqueries de ses financiers* » meurt en 1892, à cinquante-six ans.

Né à Hartford, Connecticut, le 17 avril 1837, **John Pierpont Morgan** a un avenir tout tracé. Son père possède alors l'une des plus importantes banques américaines. Avant la Première Guerre mondiale, John Pierpont Morgan est le personnage incontournable de la finance internationale. Agent de son père à New York, il fonde, en 1871, et codi-

rige avec Anthony Drexel, la banque Drexel, Morgan & Co, au 23 Wall Street. 24 ans plus tard, elle change de nom pour devenir la J.P. Morgan & Co. La banque a pour activité principale le financement des réseaux de chemins de fer situés à l'Est des Etats-Unis. Très impliqué dans la gestion des fonds d'Etat, Morgan bénéficie d'appuis politiques influents. En 1898, la banque se lance dans l'industrie de l'acier. En 1901, Morgan fonde la Federal Steel Company, puis la United States Steel Corporation.

Il rencontre Edison peu de temps avant l'invention de l'ampoule et accepte de financer ses recherches. Quelques mois plus tard, il intègre le conseil d'administration de l'Edison Electric Light Company. Il prend une part active dans le financement et l'installation de la station centrale de Pearl Street. Des différends sur l'exploitation des brevets d'Edison séparent les deux hommes dans les années 1890.

Morgan s'éteint le 31 mars 1913.

Avocat de la Western Union, **Grosvenor P. Lowrey** est à l'origine du premier contrat, en bonne et due forme, signé entre Edison et la compagnie, le 14 décembre 1875. Devenu l'ami et le conseiller personnel de l'inventeur en 1877, Edison apprécie son honnêteté et son impartialité !

Lowrey, lui, jongle avec les différentes facettes du person-



CORBIS/BETTMANN

Alexander Graham Bell

nage. D'un côté, il admire le génie. « *Ma confiance en vous, homme de science pur et infailible, est totale* ». De l'autre, il se méfie de l'homme d'affaires qui n'avoue pas toujours ses buts. Intermédiaire entre Edison et les financiers, sa tâche est ardue. L'inventeur met à mal les nerfs des hommes de Wall Street. Utilise-t-il leur argent à bon escient ? Quant à Edison, son ego a bien du mal à supporter toute mise en doute de sa parole. La diplomatie de Lowrey donne alors sa pleine mesure. Il protège Edison. Il le persuade même d'inviter quelques financiers à Menlo Park. Même s'il n'a rien de très convaincant à leur montrer.

3

LE PLUS GRAND DES RIVAUX

Alexander Graham Bell

est né à Edimbourg le 3 mars 1847 où son père, Alexander Melville Bell, s'occupe de la rééducation d'enfants sourds-muets. Il leur enseigne le langage des signes. Chez les Bell, c'est une infirmité avec laquelle on a appris à vivre. Eliza Grace Bell, la mère d'Alexander, en est atteinte.

Diplômé de la *Royal High School*, Graham s'inscrit à l'université d'Edimbourg. Un séjour de courte durée avant que les Bell partent s'installer en Angleterre. A l'*University*

College de Londres, Graham suit les cours de musique, discipline dans laquelle il excelle. Puis il l'abandonne pour se consacrer à l'étude de la phonétique et de l'acoustique. Pendant deux ans, il assiste son père dans l'école qu'il a créée.

En août 1870, peu après la mort des deux frères de Graham, atteints tous deux de tuberculose, les Bell quittent l'Angleterre pour le Canada. L'air y est plus sain. L'année suivante, Graham part pour les Etats-Unis et s'installe à Boston. Il ouvre sa propre école pour malentendants et cherche à perfectionner les méthodes d'enseignement. Il espère, dit-il, « *trouver le moyen de rendre visible la parole (par une représentation graphique), et avoir ainsi la possibilité d'enseigner aux sourds-muets la manière de parler* ».

En 1873, il est nommé professeur de physiologie vocale à l'université de Boston. L'une de ses élèves, dont il tombe amoureux, est la fille de Gardiner Hubbard, un avocat qui possède l'une des plus grosses fortunes du pays.

Hubbard voit en Bell l'occasion de défier la Western, dont il est un adversaire confirmé. Il encourage vivement celui-ci à se servir de ses connaissances en acoustique pour mettre au point un télégraphe acoustique. Le premier brevet en est déposé en février 1875. C'est en effectuant ces recherches que Bell découvre le téléphone en 1876.

Il se marie avec Mabel Hubbard en 1877 et s'installe à Washington. Trois ans plus tard, la France lui remet le Prix Volta. Cet argent lui permet de créer le Laboratoire Volta et de financer l'Association pour la promotion de l'enseignement de la parole aux sourds.

En 1885, il achète un terrain sur Cape Breton Island, au Canada. Il gère ses diverses compagnies de téléphone, installées dans le monde entier, et œuvre dans de nombreuses associations pour malentendants.

En 1898, il est nommé président de la prestigieuse *National Geographic Society*. Il diversifie ses activités et s'intéresse à l'aviation, à la détection par ultrasons, à la distillation solaire.

Il déposera en tout 18 brevets en son nom propre et 12 avec ses collaborateurs (14 d'entre eux concernent le téléphone). Il rédigera aussi de nombreux ouvrages de référence sur la surdité et son hérédité. Il s'éteint, chez lui, le 2 août 1922.

4

TECHNIQUES ET LOIS DE L'ÉLECTRICITÉ

Bien qu'il ait souvent affiché une certaine ignorance des théories mathématiques de son époque, Edison possédait une excellente culture scientifique. Entouré de physiciens et mathématiciens, il était très

Principe de la dynamo : un aimant tournant devant une bobine, y induit un courant électrique. Le sens du courant s'inverse une fois par tour, comme le montre l'oscilloscope. Un collecteur coupe le contact à chaque demi-tour, ne recueillant ainsi qu'un courant de même sens. La dynamo produit un courant continu.



sement, il faut aussi choisir des lampes à résistance élevée : plus celle-ci est forte, plus l'intensité du courant sera faible et plus basse sera la part d'énergie dépensée dans son transport. Avec le courant continu proposé par Edison, cette loi s'exprime par la formule : $I = U/R$ où I est l'intensité en ampères, U , la tension en volts du courant et R , la résistance en ohms du circuit.

La résistance du circuit au passage du courant se traduit par un échauffement des fils conducteurs : c'est l'**effet Joule**, du nom du physicien anglais qui montra en 1841 que cette élévation de température est proportionnelle à la résistance du circuit, au carré de l'intensité et, bien sûr, au temps de passage du courant. Cet effet est responsable de l'incandescence des filaments des lampes d'Edison. Mais la chaleur est aussi une énergie perdue dans le transport de l'électricité : c'est elle qui limitait l'expansion des premiers réseaux d'éclairage.

L'un des systèmes qu'améliore Edison est la **dynamo**. Ce générateur de courant électrique est constitué d'une partie fixe, un aimant, et d'une partie mobile, une bobine, qui tourne à l'intérieur du champ magnétique créé par l'aimant. Ce mouvement induit l'apparition d'un courant dans la bobine, selon un effet qui a

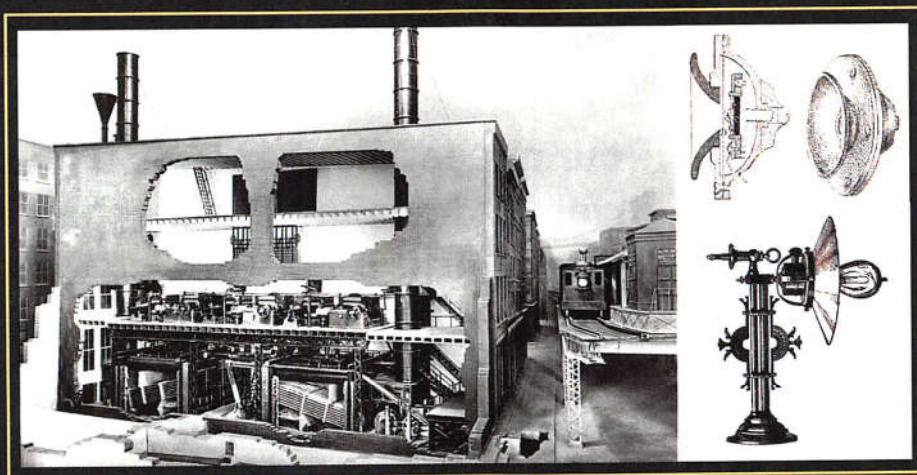
été décrit pour la première fois par le physicien anglais **Michael Faraday** en 1831. Un tel dispositif génère par nature un courant alternatif : il change de sens à chaque demi-tour de la bobine. Pour obtenir un courant continu, un contact intermittent permet de ne recueillir que le courant circulant dans le même sens, soit pendant une demi-rotation. Faraday a déterminé la loi montrant que la force du courant induit est proportionnelle à « l'efficacité » du balayage du champ magnétique : la « densité » de celui-ci est donc aussi importante que sa valeur. Dans les premières dynamos de laboratoire, le champ magnétique était dispensé par des aimants permanents. Cependant, leur force diminuait au cours de l'utilisation et était insuffisante pour obtenir une grande puissance. Ils ont été remplacés par des électroaimants. Ceux-ci, alimentés d'abord par une pile, furent ensuite auto-alimentés en courant grâce à une dérivation sur la sortie de la dynamo. Un système dû à l'Allemand Werner von Siemens. Il ne faisait dépendre les dynamos que de la force motrice d'entraînement de la bobine : une machine à vapeur le plus souvent.

Edison réalisa son modèle de dynamo en s'inspirant de celle de Gramme. Il connaissait bien les travaux de Faraday et grâce à l'équipement sophistiqué de son laboratoire, en améliora les performances. Il augmenta notam-

ment la puissance du champ magnétique inducteur et diminua le diamètre de la partie mobile : les lignes de champ magnétique étaient ainsi concentrées sur la bobine mobile. Les deux gros électroaimants, placés comme des jambes en l'air, furent à l'origine de son nom : « la Marie-Anne aux longues jambes » du nom d'une jeune femme fréquentant le laboratoire de Menlo Park. Pour ne pas choquer les oreilles puritaines, elle fut rebaptisée « Marie-Anne à la longue taille ». Les dynamos d'Edison étaient célèbres dans le monde entier. Tesla en optimisa le fonctionnement avant de passer au courant alternatif.

Un autre élément intervient souvent dans les recherches d'Edison : le **rhéostat**. C'est un conducteur de résistance électrique élevée muni d'un dispositif mobile permettant de faire varier sa longueur incluse dans le circuit. Edison utilisa des liquides ou des gels très résistants au passage du courant. Il faisait varier la profondeur d'immersion d'une portion de conducteur pour atteindre la résistance électrique désirée. Des enroulements de fils métalliques peuvent aussi être utilisés. Leur résistance est plus faible mais l'ajustement sera plus fin. Enfin, les couches de graphite, une forme de carbone, présentent des résistances élevées mises à profit pour obtenir les rhéostats les plus fréquemment employés encore aujourd'hui. ■

HISTOIRES D'INVENTIONS



Trois récits d'inventions, celle de la capsule microphonique au carbone, celle de l'ampoule à filament de carbone et celle du premier réseau public d'éclairage permettent de cerner l'originalité de la démarche d'Edison par rapport à celle de ses concurrents. Elle tient à une invention qui détermine les autres : l'invention du laboratoire de recherche et développement, sans doute la plus grande de toutes.

LA MÉTHODE EDISON

LE CAS DU TÉLÉPHONE

Demandez à n'importe quel écolier qui a inventé le téléphone. La réponse, presque certainement, sera : Bell. Nul ne songerait à lui dénier la paternité du premier dispositif de transmission de la parole à travers des fils électriques. Comparons pourtant son appareil à un téléphone actuel. A part son écouteur et son fil de ligne : nulle ressemblance. La différence est particulièrement patente sur l'organe essentiel, le microphone. En fait, c'est à Edison qu'on doit le premier véritable développement du téléphone, quand il met au point la capsule microphonique au carbone. Elle va transformer l'instrument rudimentaire de Bell en un appareil fiable et pratique. Ces capsules équipent encore les téléphones d'aujourd'hui. L'histoire que nous allons raconter est celle de leur découverte.

Au préalable, il n'est pas inutile de faire quelques commentaires sur le processus de l'invention. Edison travaille au développement du téléphone, pendant 17 mois, de novembre 1876 à mars 1878. Ce projet, mené à bien dans son laboratoire de Menlo Park, est le plus long auquel lui et son équipe se soient consacrés. La Western Union, le géant du télégraphe qui l'avait largement financé, fut la première à en tirer rapidement des bénéfices. De son côté, Edison y trouva l'occasion de mettre au point une méthode d'invention. Elle allait lui servir dans son programme suivant : l'éclairage électrique.

En 1878, Edison évoque cette recherche sur le téléphone et déclare : « J'avais à créer de nouveaux objets (et à résoudre) plusieurs questions obscures dans l'application de mon principe. » Ainsi définie, l'invention peut se

Pour que le téléphone, qu'il n'avait pas inventé, devienne une machine fiable, Edison partit d'une idée qu'il modifia au fil de ses expérimentations. Il en vint ainsi à s'intéresser de près à la suie qui se déposait sur le verre de ses lampes à pétrole...

**PAR W. BERNARD CARLSON
ET MICHAEL E. GORMAN***

* Traduit et adapté de *Thinking and Doing at Menlo Park : Edison's development of the Telephone, 1876-1878* in W.S. PRETZER, ED., *Working and Inventing : Thomas Edison and the Menlo Park Experience* (Dearborn : Henry Ford Museum and Greenfield Village, 1989), P. 84-99.

résumer à un jeu entre deux éléments : un « principe » et des « objets nouveaux ». Le premier constitue le modèle de départ, celui que l'inventeur a en tête quand il envisage le fonctionnement de son invention. Le second recouvre l'ensemble des objets ou dispositifs qui vont lui servir à traduire ce modèle mental en termes physiques. Qualifions-les d'éléments de construction. La méthode d'Edison consiste à s'appuyer sur un large éventail d'éléments de construction et, pour mettre au point de nouveaux objets, à faire de fréquents emprunts à des inventions déjà faites.

Toute invention technique nouvelle passe, dans ses débuts, par l'acquisition du modèle mental. Il recouvre l'idée générale sur le fonctionnement d'un dispositif expérimental mais aussi la conscience de ce que ce dernier peut signifier, notamment en termes de concept. L'inventeur est alors à même de manipuler et de tester les éléments

de construction qu'il aura sélectionnés. Par la suite, la façon dont ces éléments vont varier pourra l'amener à modifier son modèle initial. Viendra le moment où l'invention sera jugée achevée. Là, l'inventeur percevra une totale adéquation entre le modèle mental et les éléments de construction. Il sera désormais capable de convaincre quiconque que son dispositif correspond bien au modèle et aux attentes du public.



HENRY FORD MUSEUM & GREENFIELD VILLAGE

SON : PHONE

S'agissant du téléphone, le modèle initial d'Edison est le principe de la résistance variable. D'où lui est-il venu ? De ses précédents travaux sur le télégraphe. Ils lui ont en effet appris qu'en utilisant la variation d'une résistance dans un circuit, on peut convertir des ondes sonores en signaux électriques. Si ces ondes peuvent faire varier la résistance d'un circuit proportionnellement à leur amplitude, elles généreront *de facto* un courant électrique d'intensité variable. A l'arrivée, ce courant variable pourra à son tour être transformé en ondes sonores. Reprenons ce principe car il est fondamental. Le son est un phénomène ondulatoire. Les variations de pression acoustique se propagent dans les

milieux physiques à la manière des perturbations qui se créent à la surface d'une flaque d'eau lorsqu'on y jette un caillou. Des ondes de pression voyageant dans l'air peuvent ainsi rencontrer des objets solides susceptibles d'absorber leur énergie et de la transmettre à un dispositif électrique. Si celui-ci est capable de convertir fidèlement ces variations de pression en variations d'intensité d'un courant, le problème du téléphone est à moitié résolu. Il reste à effectuer la transformation inverse pour retrouver des ondes sonores.

Nous allons voir comment Edison a b o r d e l'étude d e

ce modèle mental à partir d'un premier élément de construction : un dispositif de téléphone déjà existant. Nous verrons ensuite comment il va, peu à peu, y ajouter d'autres éléments issus d'inventions précédentes, et aboutir à un appareil de bien meilleure qualité que celui de Bell. Dans ce processus, le lien entre les modèles mentaux et les éléments de construction est très intéressant : pour un temps, la configuration des éléments de construction guide le processus. Puis lors de la phase finale du projet, Edison réussit à modifier complètement à la fois son modèle mental et ses éléments de construction. Venons-en maintenant à l'histoire.

1875-1876 LES PRÉMIÈRES

Bell et Edison ont au départ une chose en commun. Ils ont acquis les connaissances et les dispositifs nécessaires à la conception d'un téléphone en travaillant sur un projet apparemment sans rapport : celui d'un télégraphe capable de transmettre plusieurs messages à la fois, une question qui, dans les années 1870 aux Etats-Unis, est devenue cruciale pour les compagnies de télégraphes.

A partir du milieu du XIX^e siècle, le télégraphe électrique

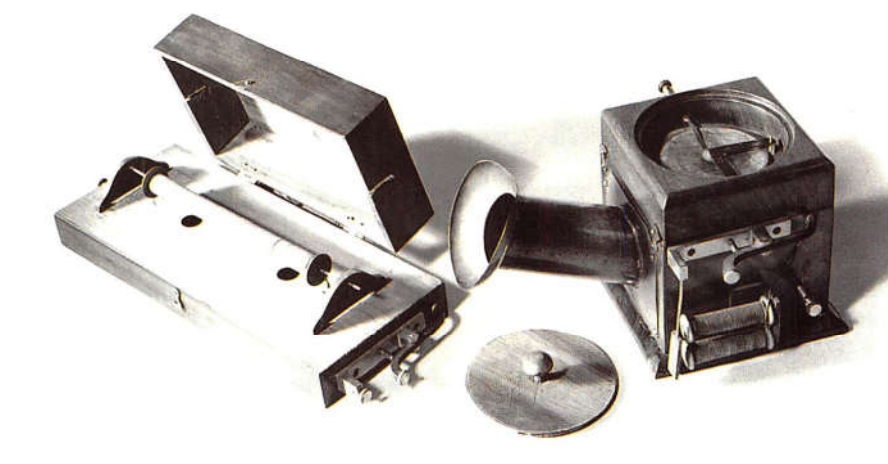
Installés dans son nouveau laboratoire à Menlo Park, Edison et son équipe apprennent la nouvelle. Bell a déposé le brevet d'un appareil révolutionnaire : le téléphone.



s'est en effet imposé comme le seul moyen de communication rapide. Vers 1870, cette technologie est largement contrôlée par la Western Union. Or, alors qu'elle étend son réseau à l'échelle du pays, cette compagnie géante se retrouve confrontée à un très sérieux problème technico-économique. L'augmentation du nombre de messages entraînait en effet celle, plus rapide encore, de la complexité du réseau et des coûts d'installation. S'agissant par exemple d'envoyer simultanément dix messages d'une ville à une autre, l'alternative était la suivante. Soit on reliait les deux villes avec dix câbles, chacun transmettant un message, ce qui, sur des centaines de kilomètres, impliquait de très substantiels surcoûts de pose. Soit on cherchait à faire passer davantage de messages sur un même fil, ce qui nécessitait la conception d'un télégraphe à grande vitesse. Dans l'exemple cité, il fallait arriver à ce que la transmission d'un message type prenne dix fois moins de temps. Les directeurs de la Western Union suivaient donc de près toutes les innovations technologiques du moment et encourageaient de nombreux inventeurs à améliorer les dispositifs du télégraphe.

Thomas Edison, le premier, va résoudre le problème. Au début des années 1870, il réussit à mettre au point deux nouveaux systèmes de télégraphes permettant l'envoi de plusieurs messages simultanés : d'abord un système duplex, puis un système quadruplex. L'un et l'autre de ces systèmes sont décrits en détail dans l'encadré p. 44 et 45.

L'invention du « quadruplex » est en réalité une véritable performance. Edison dira d'ailleurs qu'elle fut la plus difficile de toute sa vie. Grâce à ce système, quatre messages peuvent transiter simultanément par le même fil, deux dans chaque sens. Elle vaut d'abord à Edison une grande notoriété parmi les ingénieurs du télégraphe.



En 1861, Philipp Reis met au point un dispositif qu'il nomme "téléphone". Une aiguille baignant dans du mercure reproduit les sons musicaux.

Mais on peut aussi dire qu'elle est à l'origine du laboratoire de Menlo Park. Pour se protéger de la concurrence et maintenir sa position dominante, la Western Union encourage en effet Edison à déposer des brevets pour autant de dispositifs différents que possible. En échange, William Orton, son président, obtient que la compagnie subventionne la plupart de ses recherches. C'est fort d'un tel soutien financier, garanti par contrat, qu'Edison fait construire Menlo Park, achevé au printemps 1876.

En 1875, Orton suggère à Edison de



Elisha Gray

travailler sur l'invention d'un télégraphe acoustique. Ce projet, qui permettrait d'augmenter encore le volume de transmissions, intéresse aussi deux autres inventeurs. L'un est Elisha Gray de Chicago ; l'autre est Alexander Graham Bell de Boston.

La théorie de ce système est simple à définir : il s'agit de convertir les signaux électriques en signaux acoustiques. Dans le principe, chaque message serait porté par une tonalité déterminée. Ils transiteraient toujours sous la forme d'impulsions de courants de durée variable. Cependant ces courants ne seraient plus continus, mais périodiques, et de la période correspondant à la tonalité choisie. A l'arrivée, un ensemble de lames : accordées sur les différentes tonalités, elles joueraient le rôle de filtres sélectifs pour chacun des messages. Les lames seraient placées devant des électroaimants recevant l'ensemble des impulsions, mais seules celles qui se trouvaient accordées avec l'une des fréquences présentes sur la ligne se mettraient à vibrer. La réalité se montre cependant plus coriace que la théorie. En fait, Bell et Gray, chacun de leur côté, réussissent bien à envoyer et recevoir un message, mais échouent quand il s'agit d'en traiter plusieurs. Il en gardent malgré tout une idée : s'ils y arrivaient, les fréquences qui composent la voix humaine pourraient elles aussi être transmises...

En mettant Edison en lice sur le télégraphe acoustique, Orton lui suggère de commencer par étudier un téléphone inventé par l'Allemand Philippe

LA MÉTHODE EDISON : LE CAS DU TÉLÉPHONE

Reis en 1861. Téléphone ? Le mot est sans doute un peu fort. Qu'on en juge. Cet appareil est muni d'une capsule microphonique constituée d'une membrane jouant le rôle de plaque vibrante. Elle est reliée à une aiguille trempant dans une petite coupe contenant du mercure. Si quelqu'un émet un son, l'aiguille, sous l'effet des vibrations mécaniques de la membrane, entre et sort du mercure. Ce faisant, elle ouvre et ferme un circuit électrique générant ainsi des impulsions de courant. A l'autre bout, se trouve un récepteur constitué d'une longue et fine tige d'acier entourée d'une bobine. Les impulsions du courant de la capsule microphonique magnétisent et démagnétisent rapidement la bobine. Selon un phénomène connu aujourd'hui sous le nom de « magnétostriktion » la tige se met alors à vibrer à une certaine fréquence : elle produit un son.

L'effet obtenu est toutefois extrêmement faible et la tige, un dispositif trop grossier pour transmettre la totalité du spectre vocal. Mais Reis, parce qu'il a cru que son appareil serait capable de transmettre la parole – sans jamais avoir pu le démontrer – lui a donné le nom de téléphone. Sur ce, il s'est concentré sur le problème de la transmission de tonalités musicales, et a laissé quiconque libre de reproduire son appareil.

C'est ce que fait Edison, probablement vers la fin de 1875. Une première série de tests est alors effectuée par son assistant, James Adams. Elle consiste à remplacer le mercure par d'autres solutions conductrices. Edison, toutefois, ne semble guère s'intéresser aux résultats, préférant approcher le problème du « télégraphe acoustique » à partir d'instruments qu'il connaît mieux. Une démarche qui va l'entraîner pendant quelques mois vers un tout autre sujet. Au cours de ces expériences, il découvre en effet un surprenant phénomène : de mystérieuses étincelles qui jaillissent

d'objets métalliques situés à proximité des relais électromagnétiques en fonctionnement et sans aucun lien conducteur avec lui. Il y voit la manifestation d'une force différente de l'électricité : la force éthérique. La question de l'existence de l'éther, un milieu impondérable dans lequel se propageraient les ondes électromagnétiques, est dans l'air du temps, et il s'y plonge tout entier jusqu'au printemps 1876...

A Boston, durant cet entracte, Bell ne s'est pas laissé distraire. Lui aussi, nous l'avons dit, travaille au développement d'un télégraphe acoustique. Or, au cours de l'année 1875, les essais de son télégraphe harmonique lui ont fait entrevoir la possibilité de transmettre la parole à distance. Avec l'aide de Thomas Watson, son assistant, il s'est aussitôt lancé dans une série d'expériences prometteuses.

Le brevet du téléphone qu'il dépose en février 1876 est enregistré le 7 mars suivant. Dans cet appareil, les ondes sonores font vibrer un diaphragme de peau (les recherches de Bell sont en partie financées par un marchand de cuir). Solidaire de ce diaphragme, une aiguille est suspendue dans une coupelle remplie d'un liquide à résistance électrique élevée. Les vibrations du diaphragme font varier la surface de contact de l'aiguille avec le liquide, entraînant ainsi une variation de l'intensité du courant dans le circuit. Bell vient ainsi de recourir au principe de la résistance variable, et l'appareil fonctionne : il restitue une voix ; mais très faiblement...

Qu'en pense Edison ? Pas grand chose. Selon lui, Bell n'a fait que modifier le téléphone de Reis en remplaçant le commutateur oscillant par un rhéostat à liquide, un dispositif qu'Edison connaît pour l'avoir utilisé dans

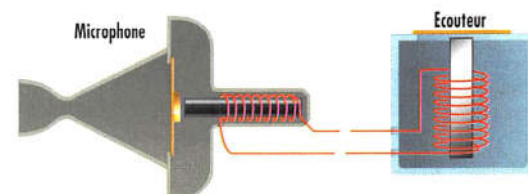
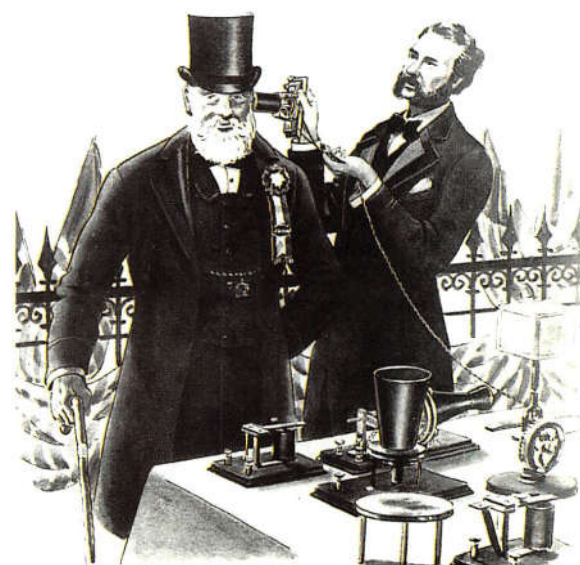


J. L. CHAVAT - COU - HIST. DES TÉLÉCOM.

son système de télégraphe duplex.

Bien que Bell ait pu transmettre de la parole avec ce système, il va bientôt s'orienter vers un principe tout différent : celui de

l'induction électromagnétique. Au lieu de connecter le diaphragme à un dispositif de résistance variable, il le relie à une armature de relais de télégraphe. Transmise à l'armature, la vibration acoustique induit un courant dans la bobine du relais (voir figure et photo). Ce concept de « magnéto » est certes



Muni d'un diaphragme de peau, le deuxième microphone de Bell repose sur un principe d'induction magnétique. Après quelques améliorations, il en fait la démonstration publique à l'Exposition de Philadelphie en 1876.

Les améliorations du télégraphe : *le duplex et le quadruplex*

Le système télégraphique n'a véritablement commencé à se développer que lorsque les messages ont pu être codifiés pour ne transiter que par une seule ligne. Il y fallait deux éléments : la pile et l'électroaimant, un noyau de fer doux entouré d'une bobine. Sans courant, le noyau n'est pas magnétisé, il ne peut donc attirer d'autres métaux. Mais si la bobine est reliée à une pile, le noyau est transformé en un aimant muni d'un pôle nord et d'un pôle sud (voir figure 1). L'armature du relais, sa partie mobile, est alors plaquée contre le noyau de fer doux. Lorsque le courant s'arrête, bien sûr, l'effet cesse ; un ressort rappelle l'armature à sa place de repos. A partir de là, le message peut être formé d'impulsions de courant de deux durées, une longue et une courte. En combinant ces impulsions, on arrive à décrire toutes les lettres de l'alphabet. C'est le célèbre langage mis au point par le peintre américain Morse, en 1837.

Son dispositif d'origine comporte un circuit qui peut être ouvert ou fermé à l'aide d'un contacteur. Hormis le contacteur, on trouve dans ce circuit une pile, le fil de ligne et un électroaimant à noyau de fer : le relais électromagnétique. Le télégraphiste connecte, de manière intermittente, un pôle de sa pile au circuit à l'aide de son contacteur. Il envoie ainsi sur la ligne des impulsions de courant, code électrique du message transmis. Ces impulsions passent à travers le bobinage du relais électromagnétique situé à l'autre bout de la ligne, puis sont évacuées vers la terre. L'électroaimant à noyau de fer joue le rôle de récepteur : lorsqu'elle est parcourue par une impulsion de courant, son armature est attirée par la bobine ; elle émet alors un son de cliquet. L'électroaimant récepteur est placé au milieu d'un pavillon qui amplifie son bruit caractéristique : les opérateurs de télégraphes savent « lire » les messages à l'oreille. Ils se jettent parfois des défis et prennent des paris sur les plus rapides. Edison débute sa carrière de télégraphiste parmi eux.

Avec l'augmentation du nombre de messages à transmettre, ce mode de communication reste cependant trop lent. De nombreux inventeurs essaient alors d'améliorer le système télégraphique. Edison y trouve l'origine de sa vocation : il tente de réaliser la transmission quasi simultanée de deux, puis de quatre

messages différents sur une même ligne.

Le premier système permettant d'envoyer deux messages simultanément de chaque côté de la ligne est dû à l'Américain Joseph Stearns et date du début de 1873.

A chacun des bouts de la ligne, on trouve un contacteur pour émettre les messages et un récepteur pour recevoir ceux qui sont envoyés par l'autre poste. Le principal problème posé par cette configuration est d'éviter d'actionner le récepteur situé du même côté que le contacteur émetteur. Ces deux dispositifs ne peuvent, en effet, qu'être branchés en série sur la même ligne.

Stearns a donc l'idée de placer sur les électroaimants récepteurs non plus un, mais deux bobinages autour de leurs noyaux. Entre ces bobines se branche la pile, via le contacteur du même poste télégraphique. L'une des bobines est reliée à la terre et l'autre, à la ligne. Une impulsion issue de la pile se partage donc en deux parties pour parcourir les bobines. Leurs enroulements sont tels que les deux parties de l'impulsion tournent dans des sens contraires : les bobines magnétisent donc le noyau de façon opposée (voir figure 2). Si ces deux parties d'impulsion sont d'égale intensité, aucun effet ne se produit sur le relais du poste d'émission. Le problème est donc d'ajuster finement les intensités dans chaque bobine. On sait à l'époque de Stearns que celles-ci dépendent de la résistance des circuits qu'elles traversent : plus elle est faible, plus l'intensité est élevée.

Edison commence par améliorer le télégraphe duplex de Stearns à l'aide de dispositifs permettant d'ajuster finement la résistance. Il utilise ainsi un « rhéostat » à liquide, élément de construction qu'il reprendra plus tard dans la mise au point du téléphone : une vis plongeant dans un liquide faiblement conducteur permet d'ajuster la distance parcourue par le courant, et donc son débit. Placé après l'une des bobines du relais d'émission, ce rhéostat équilibre les circuits. Ce relais, sensible à une différence d'intensité, existe encore aujourd'hui. Il est qualifié de « différentiel ».

A l'autre bout de la ligne, à la réception, l'impulsion traverse les bobines d'un relais différentiel identique à celui du poste émetteur. Mais cette fois, elle parcourt les bobines en tournant dans le même sens et

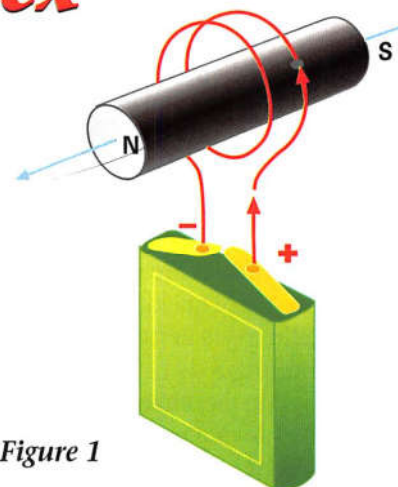


Figure 1

Le noyau de fer doux s'aimante grâce au courant de la pile.

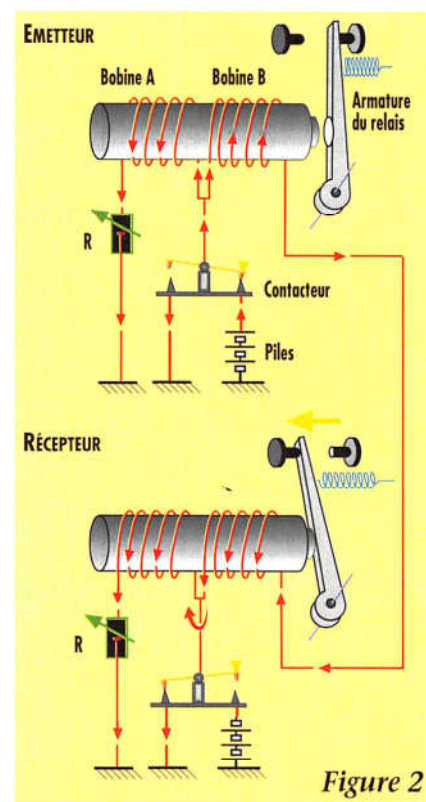


Figure 2

Télégraphe de Stearns. Sur l'émetteur, deux bobines A et B s'enroulent en sens contraire autour du noyau. L'impulsion issue des piles se divise en deux. Une partie parcourt A, vers le sol. L'autre va vers la ligne via B. La résistance R ajuste l'intensité des courants. L'action magnétique de ces courants opposés et égaux est nulle : elle n'attire donc pas l'armature. Sur le récepteur, le courant parcourt les bobines dans le même sens. L'électroaimant, polarisé, attire l'armature. Le signal est transmis.

DESSINS A. MEYER

provoque, de la sorte, des effets magnétiques de même polarité : l'armature mobile est plaquée contre les butées et émet le « clic » caractéristique des récepteurs télégraphiques.

Mais que se passe-t-il si, à chacun des bouts de la ligne, les deux opérateurs, voulant s'envoyer des messages, ferment leurs contacteurs en même temps ? Les piles des deux postes distants sont branchées sur la ligne ; elles ne doivent pas s'opposer, sans quoi les courants ne peuvent circuler et aucun effet ne se produit à la réception. Elles sont donc branchées de façon inversée : la ligne est connectée au pôle positif de l'une et au pôle négatif de l'autre. Cela a pour effet de déséquilibrer les deux relais différentiels qui cliquent tous les deux. Les deux piles branchées en série additionnent donc leurs voltages. L'effet magnétique sur les deux récepteurs est le même. Le système duplex fait ainsi voyager en même temps les messages de deux opérateurs sur la même ligne, grâce à une variation de la force du courant : les messages transitant dans un sens sont portés par les impulsions d'une pile, ceux du sens opposé se superposent aux premiers par l'addition des forces des piles situées de chaque côté.

Il arrive aussi souvent que deux messages doivent être envoyés dans le même sens et sur la même ligne. Un problème que les éléments du système duplex ne peuvent suffire à résoudre. Edison introduit, dès le printemps 1873, un dispositif réagissant à la polarité du courant. Il dépose, quelques mois après le brevet de Stearns, sa version du télégraphe « diplex ». Il s'agit d'un dispositif électromagnétique dont voici le principe :

Si l'armature de l'électroaimant est, elle-même, un aimant permanent, elle n'est attirée que lorsque sa bobine lui présente un pôle opposé. Deux pôles nord ou deux pôles sud se repoussent, alors que des pôles contraires s'attirent.

En pratique, le bobinage entoure un noyau en forme de rectangle ouvert sur l'extrémité nord de l'armature aimantée. Celle-ci est mobile autour d'un axe situé à son extrémité sud ; elle peut donc basculer, selon le sens du courant, d'un côté ou de l'autre (voir figure 3). Il faut donc, du côté de l'émetteur, un système capable d'inverser la polarité de la pile. De fait, la ligne doit être parcourue en permanence par un courant ; son sens dépend d'un premier opérateur et

donne un résultat sur le relais polaire, sans toutefois activer un relais classique branché en série avec le précédent. Il suffit pour cela de lui choisir un ressort de rappel plus puissant. Un deuxième opérateur peut adjoindre une force supplémentaire au courant de la ligne de façon à pouvoir, lui, le manœuvrer à distance : son contacteur a simplement pour effet de brancher une pile supplémentaire sur la ligne.

La vraie innovation consiste à permettre une réponse simultanée de deux opérateurs à deux autres en utilisant la même ligne. Cela, personne avant Edison n'avait réussi à le faire. Il lui a suffi de combiner « duplex » et « diplex » pour construire son dispositif « quadruplex » : quatre opérateurs, quatre messages, deux dans un sens et deux dans l'autre, dans le même temps ! Les éléments de son quadruplex sont les mêmes que dans les systèmes précédents. A New York, par exemple, un relais polaire et un relais différentiel assurent la réception, alors qu'un inverseur de courant et un contacteur-ajouteur de tension, jouant sur deux piles, émettent les messages ; à l'autre bout de la ligne, Chicago, par exemple, la disposition est tout à fait symétrique. Pour la même raison que dans le duplex, il faut rendre « neutres » les relais polaires : deux bobinages, identiques à ceux des relais différentiels, les rendent insensibles aux variations du courant issu des piles placées de leur côté. Le reste est affaire d'ajustement et de circuit.

Claude Reyraud

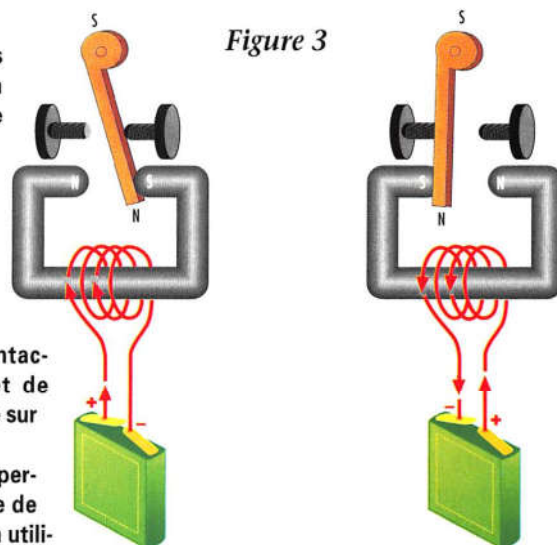


Figure 3

Le relais polaire du diplex d'Edison comporte une armature aimantée en permanence. Son pôle libre (N) est attiré par le pôle opposé (S) du noyau. La polarité du noyau s'inverse avec le sens du courant.

Le télégraphe quadruplex d'Edison combine les systèmes duplex et diplex. A New York, un opérateur actionne le contacteur C1. Celui-ci agit alors sur "l'inverseur de polarité", qui change le sens du courant sur la ligne. Il active ainsi le relais polaire (RP) de Chicago. En appuyant sur C2, le deuxième opérateur de New York connecte les piles P2 au circuit. Cela active le relais différentiel (RD) de Chicago. Ainsi par C1 et C2, on envoie deux messages simultanément de New York à Chicago. Les opérateurs de Chicago envoient leurs messages de la même façon.

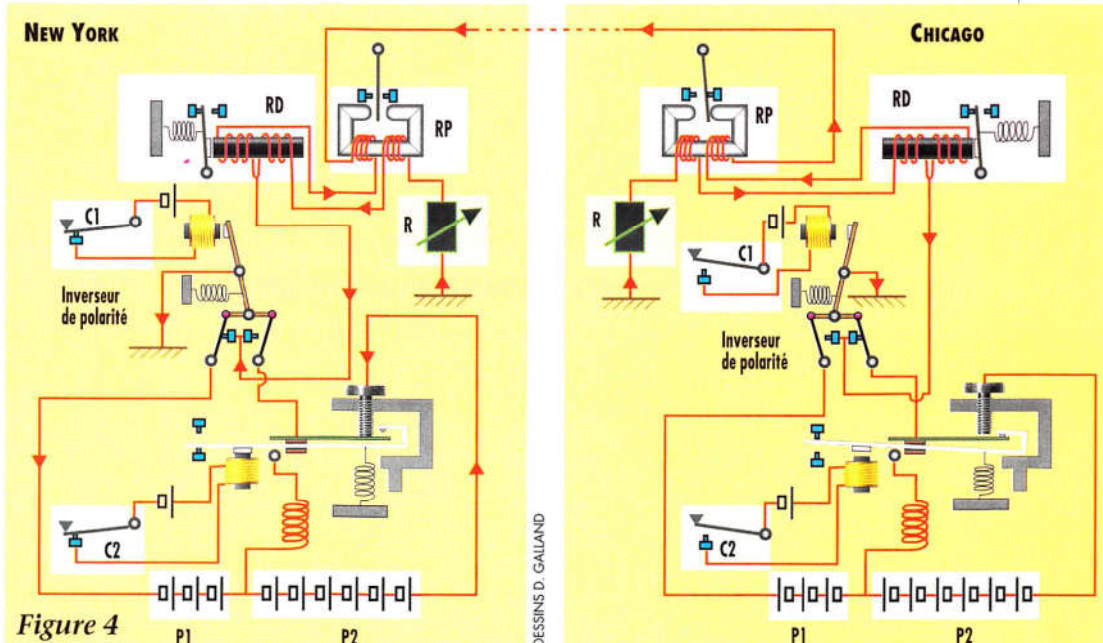


Figure 4

DESSINS D. GALLAND

LA MÉTHODE EDISON : LE CAS DU TÉLÉPHONE

plus simple que la capsule microphonique à liquide, mais les courants générés restent encore très faibles. Même en criant dans l'émetteur, il est presque impossible d'entendre un message dans le récepteur.

Au long de l'été 1876, Bell effectue plusieurs démonstrations publiques de son appareil, dont l'une dans le cadre de l'exposition organisée pour le centenaire de Philadelphie, et cherche à le vendre.

Tout comme son principal soutien et futur beau-père, l'avocat d'affaires Gardiner Hubbard, Bell a peu de sympathie pour la Western Union. Hubbard voit en elle un géant monopolistique dont il veut briser le pouvoir croissant. C'est d'ailleurs avec l'intention précise de la concurrencer par un nouveau réseau télégraphique à messages multiples qu'il a encouragé les recherches de Bell. C'est pourtant à la Western Union et avec l'aide de Hubbard que Bell va faire l'offre de son téléphone pour 100 000 dollars. Les discussions, qui vont se poursuivre durant l'automne, ne vont pas aboutir. William Orton, pour commencer, n'apprécie guère d'avoir à négocier avec Hubbard. Il sait aussi qu'avec Edison, Elisha Gray et Georges M. Phelps, il dispose d'experts de talent qui seront capables de perfectionner le téléphone de Bell et de fournir à la compagnie son propre modèle.

A Menlo Park, Edison et son équipe n'ont d'ailleurs pas attendu la fin de ces négociations pour se mettre au travail. En plein été 1876, ils reprennent les expériences sur le téléphone de Reis et les rhéostats liquides. Avec la chaleur, les différents liquides testés en remplacement du mercure s'évaporent très vite. Edison en tire une première conclusion évidente : s'agissant de développer un appareil pratique et fiable, il est impossible d'envisager l'emploi de liquides résistants. Il en tire également une deuxième : la validité du principe de la résistance variable au détriment de l'induction électroma-

gnétique finalement retenue par Bell. C'est donc là que se constitue son modèle mental, le principe qui va guider les centaines d'expériences qu'il va réaliser au cours de l'année suivante, en 1877. Plus encore, Edison acquiert à ce moment-là une connaissance si approfondie du téléphone de Reis qu'il va pouvoir y revenir à chacune des impasses qui se présenteront par la suite.

AUTRES INVENTIONS DÉRIVÉES

Vers janvier 1877, l'évidence s'impose que la Western Union n'achètera pas le téléphone de Bell. Pour Edison et son équipe commence le travail sérieux. Leur première décision est de remplacer les rhéostats liquides par un matériau solide à haute résistivité. Leur choix se porte sur des couches de carbone qu'ils testent sur différentes surfaces. Une aiguille de platine, solidaire de la plaque vibrante, effleure la surface du carbone. Connectée à la pile, elle sert de contact mobile dans le circuit : en vibrant avec la parole, la plaque l'entraîne dans un déplacement oscillant. En se déplaçant sur le carbone, à la façon du curseur d'un rhéostat, l'aiguille fait varier la résistance du circuit.

Pour Edison, le modèle de la résistance variable n'est pas qu'un principe abstrait. Il lui permet aussi de visualiser les configurations possibles de l'appareil. Fort de son expérience sur les rhéostats liquides, Edison sait que, s'agissant du téléphone, l'une des pierres d'achoppement portera sur l'amélioration du contact entre l'aiguille et la couche de carbone. Il commence donc par demander à John Kruesi, son technicien, de fabriquer différents modèles de capsule microphonique, chacune présentant un arrangement particulier du contact, entre une ou plusieurs aiguilles et la surface de la couche. Dans certains dispositifs, l'aiguille reste fixe ; c'est la

couche de carbone qui se déplace.

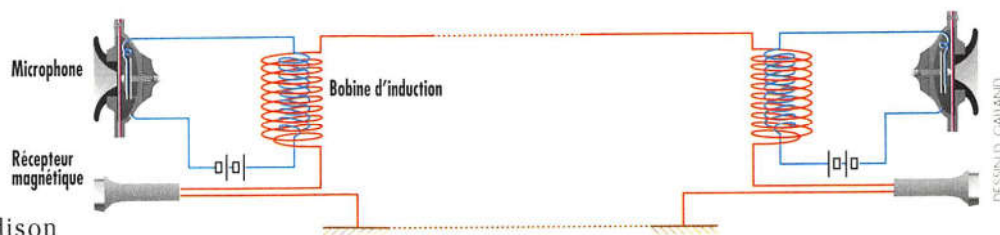
Dans les semaines qui suivent, il les teste tous en prononçant des phrases sélectionnées comme : « *Physicists and sphynxes in majestical mists* »⁽¹⁾. Quelle que soit la configuration de la capsule, les résultats s'avèrent médiocres. Les ondes sonores sont distordues et la transmission brouillée, sans doute à cause du contact entre le carbone et les aiguilles. Le carbone est-il correctement utilisé ?

Pour répondre à la question, il introduit, en avril 1877, un nouvel élément de construction dans son dispositif. Ce dernier a pour origine une recherche qu'il a faite quatre ans plus tôt sur les câbles de télégraphes immergés. Pour simuler la résistance d'un câble de grande longueur, il avait eu besoin d'inventer une boîte de résistances électriques. Il s'était alors appuyé sur une propriété particulière du carbone : la résistivité de ce matériau s'accroît en fonction de la pression qu'on exerce sur lui. Il avait ainsi rempli des tubes de verre de poudre de carbone fortement tassée, puis les avait connectés les uns aux autres avec des cavaliers. Outre que la résistance de ce rhéostat atteignait d'énormes valeurs, on pouvait de surcroît la faire varier en enlevant ou en ajoutant des connexions (fig. 73). A l'époque, l'appareil s'était toutefois révélé inutilisable, car la résistance variait au moindre choc. Or en 1877, dans le cas du téléphone, c'est précisément d'un tel défaut dont il a besoin.

Il construit donc une nouvelle capsule dans laquelle la plaque vibrante est solidaire d'un petit contact de platine qui appuie directement sur de la poudre de carbone tassée. Là, la variation de résistance s'avère suffisante pour reproduire un son. La réponse est claire : le carbone comprimé est bien un excellent élément de construction.

Dans le souci de rassurer les respon-

¹ - *Physiciens et Sphinx dans de majestueux brouillards.*



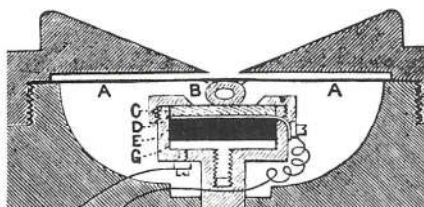
sables de la Western Union, Edison leur déclare, en mai 1877, que « son téléphone est supérieur à celui de Bell et qu'ils n'ont aucune raison de s'inquiéter du monopole de ce dernier, car si celui-ci veut rendre son appareil fiable, il lui reste encore plusieurs choses à découvrir ».

En poussant plus loin les essais avec ce nouvel élément de construction, Edison comprend qu'il lui faut disposer d'un composé de carbone très sensible aux forces mécaniques. Le matériau idéal serait celui pour lequel une toute petite variation de pression entraînerait la plus grande variation possible de résistance : le signal électrique serait ainsi amplifié et la transmission améliorée. Mais ce composé reste à trouver : une tâche qu'il va confier à Batchelor.

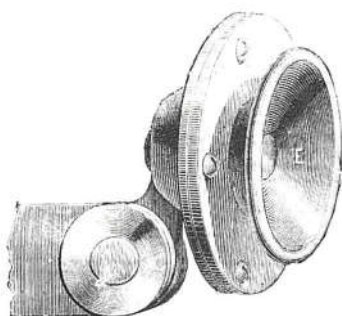
Ce dernier entreprend de tester un très grand nombre de composés carbonés différents et construit un instrument adapté à la mesure précise de leur résistance sous différentes pressions (voir figure ci-contre). De mai à juin, il étudie ainsi des centaines d'échantillons, à la recherche du meilleur.

Cette chasse au bon composé pouvait passer pour une entreprise folle. Mais à l'époque personne ne disposait d'une théorie chimique qui permette d'identifier facilement le matériau adéquat. La seule façon d'y parvenir est donc l'échantillonnage à grande échelle. Edison, de surcroît, ne cherche pas au hasard. Partant de l'expérience acquise sur ses éléments de construction, il est capable de définir précisément les caractéristiques électriques requises pour l'aiguille et le matériau carboné.

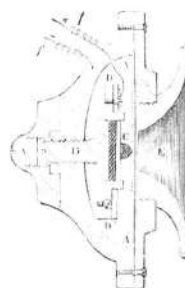
Batchelor, au terme de son entreprise, va finir par le trouver : la suie qui se dépose sur le verre d'une lampe à pétrole. Mesurée, la résistance de ce



Le tube de caoutchouc (B) qui équipe les premières capsules microphoniques d'Edison est abandonné dans la version de 1878 (ci-dessous et figure du haut). Celle-ci utilise des récepteurs magnétiques de Bell. Une bobine d'induction en améliore les performances.



L. DE SILVA TAPABOR



noir de fumée peut en effet varier de moins d'un ohm jusqu'à 300 sous l'effet d'une variation de pression de quelques grammes/mm². Edison et Batchelor recueillent alors toute la suie de leurs verres de lampe, et lui donnent la forme d'une pastille qu'ils tassent dans un logement. Ce dernier comporte à sa base un contact électrique. L'autre contact se trouve sur une platine coiffant la pastille de carbone ; cette platine est reliée à la plaque vibrante par une aiguille. Puis ils testent le tout : les résultats sont à la hauteur des attentes, tant en ce qui concerne le volume des sons que l'articulation de la parole transmise. Il leur faut maintenant disposer d'une quantité suffisante de suie pour pouvoir lancer la construction des premiers appareils. Edison installe dans une cabane proche du laboratoire des douzaines

de lampes, qu'il laisse brûler en permanence pendant des jours. Il étudie aussi les moyens de fabriquer la pastille et teste, à cette fin, différents agglomérats de noir de fumée, de fibres de coton et de colle.

Disposant de l'élément à résistance variable, il lui faut maintenant trouver celui qui va transmettre la vibration mécanique de la plaque. Il commence par recourir à un tube de caoutchouc, et fait des essais sur les lignes télégraphiques de la Western Union à la fin de 1877. Les résultats sont bons.

La compagnie, qui entend au plus tôt damer le pion de la toute jeune American Bell Telephone Company est impatiente de mettre les nouveaux appareils en service. Edison lance une production massive de pastilles.

Avec le temps, il s'avère cependant que le caoutchouc se déforme et ne remplit plus sa fonction.

Edison le remplace par un ressort de platine. Lui aussi est inadapté : il superpose une tonalité musicale au signal. Il teste d'autres ressorts, plus épais, qui donnent de meilleurs résultats. Il décide pourtant de se tourner vers une solution différente : le contact direct de la pastille sur la plaque vibrante. Là, les résultats sont encore meilleurs. Une série d'essais, début 1878, entre New York et Philadelphie (165 km), est particulièrement probante : même les chuchotements les plus ténus s'entendent distinctement. Cette configuration va devenir un standard des capsules microphoniques. De l'aiguille de Reis à cette dernière capsule, on voit comment les différents éléments de construction ont conduit à réviser le modèle mental initial. L'histoire ne se termine toutefois pas là.

Pour améliorer les performances de

LA MÉTHODE EDISON : LE CAS DU TÉLÉPHONE

sa capsule, Edison intègre au circuit électrique une bobine d'induction, un élément ignoré du dispositif de Bell. Elle fonctionne comme un transformateur. Le bobinage primaire, relié au microphone, possède un nombre de spires beaucoup moins important que le bobinage secondaire relié à l'écouteur. Le système amplifie donc les variations du courant parvenant à l'écouteur – on dirait aujourd'hui du signal électrique. La distance de transmission s'en trouve allongée d'autant et la qualité de la réception améliorée. La bobine d'induction devenait ainsi un nouvel élément de construction. Edison l'ajouta à son téléphone dans l'année 1877 ; il en demeura un composant standard.

Aux environs du printemps 1878, Edison et ses soutiens de la Western Union sont satisfaits de l'invention. Il leur cède le brevet pour 100 000 dollars. La compagnie crée l'American Speaking Telephone Company, une filiale chargée d'installer les appareils dans plusieurs grandes villes. Forte de la technologie qu'elle vient d'acquérir, elle a pour ambition de battre l'American Bell Telephone Company avec laquelle elle se trouve en concurrence.

Pour cette dernière, la seule issue est de faire valoir en justice l'antériorité de ses brevets. Elle engage donc un procès contre sa rivale. L'affaire va s'avérer longue et difficile, évoluant en faveur de l'American Bell. Finalement, après un an de renvois devant différentes juridictions, l'American Speaking Telephone Company décide de se retirer et de conclure un accord avec sa concurrente.

Selon les termes de cet accord, la Western Union se retire du marché de la téléphonie et vend à l'American Bell les centraux qu'elle a déjà installés. En retour, l'American Bell lui versera pendant 17 ans des royalties : 20 % sur le montant des locations de lignes sur tous leurs centraux. On a souvent interprété cet arrangement comme une défaite de la Western Union : la

compagnie venait de perdre le contrôle d'une nouvelle technologie. A la vérité, vu du côté de la Western Union, c'était probablement une victoire. Elle venait en effet de contraindre la Bell à payer des droits considérables sur une technologie non démontrée. Elle pouvait ainsi bénéficier de rentrées d'argent régulières tout en laissant à son concurrent tous les risques inhérents aux futures améliorations du téléphone. Le tout, grâce aux brevets fournis par Edison !

AUTRES INVENTIONS DÉRIVÉES

En travaillant sur le téléphone, Edison avait eu l'occasion de tester une large gamme de capsules microphoniques. Certaines étaient de simples variantes de la capsule au carbone, d'autres reposaient sur des principes tout à fait différents. Dans toutes ces formes dérivées, le modèle mental restait identique : celui de la résistance variable. Certains dispositifs faisaient par exemple appel à un condensateur dont l'une des plaques jouait le rôle de membrane vibrante, ou encore, d'une pile dont l'un des pôles était flottant et relié à la plaque vibrante : la vibration de ce dispositif entraînait une variation concomitante du voltage de la pile.

On peut voir dans cette diversité une stratégie d'affaire : le dépôt systématique de brevet donnait à la Western Union le contrôle de toutes les solutions possibles, ce qui en interdisait *de facto* l'accès à la Bell. Mais, en marge de la recherche sur le téléphone, cette exploration exhaustive donna aussi naissance, tout au long de l'année 1878, à une remarquable série d'inventions dérivées. Citons, parmi elles, le « tasmètre ». Ce dispositif, qui permettait de mesurer les petites variations de température, utilisait la dilatation d'un gaz pour faire varier la résistance d'un circuit dans lequel s'intercalait un ampèremètre. Il pouvait aussi mesurer des

petits mouvements ou des différences d'épaisseurs, lors de tests de pièces sur un « marbre » servant de référence. Quant aux compétences acquises sur les lames vibrantes, elles entrèrent dans la conception du mégaphone, du stéthoscope à micro, du « phonomotor » et surtout de son successeur, le phonographe.

A la fin 1878, Edison va quitter le domaine de ces étonnantes inventions pour se consacrer entièrement à un nouveau projet : l'éclairage électrique.

Il va cependant vivre une ultime aventure avec le téléphone au cours de l'hiver 1878/1879. Une aventure intéressante car elle reflète l'exceptionnelle agilité d'Edison pour contourner les problèmes de brevets...

En Angleterre, l'Edison Telephone Company, une société dont il a autorisé le montage, se trouve, à peine mise sur pied, confrontée à un problème majeur. Sa concurrente, la British Bell, vient en effet de se voir reconnaître le monopole d'exploitation du récepteur magnétique sur la totalité du territoire britannique. Le seul moyen de sauver l'Edison Telephone Company est de trouver un autre modèle de récepteur.

Là encore, Edison se dote d'un nouvel élément de construction en puisant dans son stock d'inventions préexistantes. Il fait en l'occurrence appel à l'« électromotographe » de 1874. Cet appareil fonctionnait à l'aide d'un moteur faisant défiler une bande de papier sur lequel s'enregistraient les variations d'intensité du courant traversant un circuit. Assez sensible, il pouvait remplacer le relais sonore des récepteurs télégraphiques. Son principe ressort de l'expérience suivante : une électrode de métal est frottée sur une surface de papier enduite de potasse ; elle est reliée à une pile, elle-même branchée sur le papier *via* un contacteur. Une force de frottement, due au passage du courant, la freine dans son déplacement. Celle-ci varie considérablement selon l'ouverture ou la fermeture d'un circuit électrique.

LA MÉTHODE EDISON : LE CAS DU TÉLÉPHONE

Pour adapter ce système au téléphone, Edison substitue au papier un rouleau de craie humidifiée par une solution conductrice (potasse et acétate de mercure). L'électrode est reliée à une plaque vibrante (voir figure). Lorsque le rouleau est tourné grâce à une manivelle ou un moteur électrique, les frottements de l'électrode tirent (ou poussent) la plaque. Si le courant traversant le tout est modulé par un microphone, le son frappant celui-ci est reproduit par la plaque vibrante.

Le récepteur qu'il invente ainsi est de bonne qualité mais n'aura qu'une durée de vie limitée. L'Edison Telephone Company et la British Bell vont en effet finir par fusionner et ce récepteur original sera remplacé par sa version magnétique, plus simple...

Quelques mots pour conclure. S'il est une chose que l'histoire de la capsule au carbone met en évidence, c'est bien le processus inhérent à l'invention : la mise en interaction d'un modèle et d'éléments de construction. Par bien des côtés, on y retrouve le travail d'un peintre qui, pour exprimer une vision de son esprit sur un tableau, utilise des couleurs et des formes. Pour le téléphone, le modèle mental d'Edison était le principe de la résistance variable ; ses éléments de construction : rhéostat à liquide, rhéostat à carbone, bobine d'induction et

tambour de craie, tous dispositifs empruntés à d'autres inventions.

Dans cette histoire, prise dans son ensemble, un fait a de quoi surprendre : Edison n'a pas progressé de « haut en bas », en d'autres termes de la théorie vers la pratique, du modèle mental vers les

éléments de construction. Sa démarche semble plutôt avoir été de « bas en haut » : c'est du travail sur ses éléments de construction qu'il tira nombre d'idées nouvelles. Une telle démarche ne correspond évidemment pas aux représentations traditionnelles de l'innovation à base scientifique, selon lesquelles le scientifique crée en appliquant une théorie à un problème technique.

Cette représentation qui consiste à ne voir comme rationnelle, ordonnée et efficace, que l'approche théorique du « haut en bas » est très répandue. Il en résulte, aux yeux de beaucoup, qu'une progression opposée, « du bas

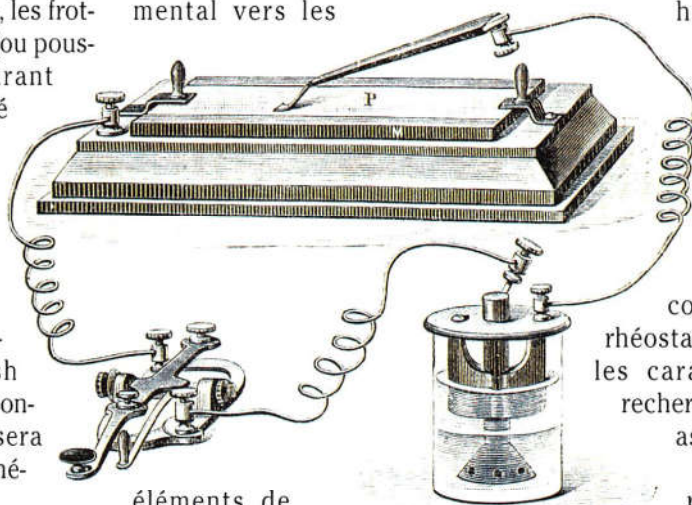
en haut », serait, à l'inverse, irrationnelle, désordonnée et inefficace. De sorte que ses succès ne relèveraient que de la chance ou de l'alchimie du génie. C'est d'ailleurs ainsi que les contemporains d'Edison ont jugé sa pêche au bon matériau. Comment cet

homme pouvait-il être assez fou pour penser qu'il allait le trouver, en passant au crible d'innombrables composés de carbone ? Il n'y avait pourtant là rien d'un pari. Edison exploitait des données précises issues de ses expériences. Sa connaissance approfondie des rhéostats lui avait permis de définir les caractéristiques de ce qu'il recherchait lorsqu'il avait lancé ses assistants dans une prospection exhaustive du bon matériau. En l'absence de théorie permettant de comprendre les propriétés électriques de la matière, comment aurait-il pu s'y prendre autrement ? Les centaines de scientifiques qui, presque un siècle plus tard, en 1987, se sont lancés à la recherche de la céramique supraconductrice haute température n'ont d'ailleurs rien fait d'autre. ■

POUR EN SAVOIR PLUS :

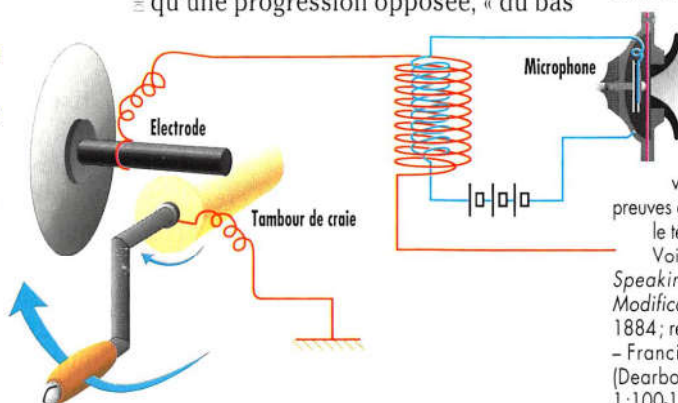
Cet article est basé en grande partie sur l'examen des artefacts du téléphone dans le laboratoire reconstruit de Menlo Park à Greenfield Village. Pour replacer ces artefacts dans leur contexte, nous avons consulté les collections de manuscrits d'Edison à la fois dans les archives et la librairie du Museum Henri Ford & Greenfield Village, et le site historique national d'Edison à West Orange. Cette dernière collection est maintenant partiellement disponible en microfilm ; voir Thomas E. Jeffrey, et al., eds., *The Thomas A. Edison Papers : A selective Microfilm Edition, Part I (1850-1878)* (Frederick, Md. : University Publications of America, 1985). Les preuves et les expositions de l'interférence litigieuse sur le téléphone d'Edison, rouleau 11.

Voir aussi : - George B. Prescott, *Bell's Electric Speaking Telephone : Its Invention, Construction, Modification, and History* (New York : D. Appleton, 1884 ; reprinté Arno, 1972).
- Francis Jehl, *Menlo Park Reminiscences*, 3 vols. (Dearborn, Mich. : The Edison's Institute, 1934-41) 1 ; 100-155.



D'après SEVERA TAPABOR

Pour remplacer les récepteurs magnétiques, Edison reprend le principe de l'électromotographe (ci-dessus) : le frottement de l'électrode sur un support à électrolyte varie en fonction du courant. Sur le téléphone, ce courant est modulé par le microphone. Pour entendre son interlocuteur, on tourne la manivelle qui maintient le frottement de l'électrode sur le tambour de craie.



DU TÉLÉGRAPHE À L'AMPOULE : *LA PUISSANCE DE L'ANALOGIE*

L'ampoule électrique incandescente est devenue le symbole familier de l'éclair de génie qu'on associe traditionnellement avec l'invention. Sa valeur symbolique tient en partie au rôle évident qu'elle joue comme métaphore visuelle de « l'idée lumineuse ». Mais ce symbolisme est également dû au fait qu'on associe l'ampoule à Thomas Edison, la lumière électrique étant perçue comme la plus grande invention du plus grand inventeur du monde. Or ce qui a constitué la « lumière électrique » n'est pas une invention unique, émanant de l'esprit d'un génie inspiré. Ce fut en réalité le fruit d'un réseau complexe d'inventions produites par l'un des premiers instituts de recherche à avoir fonctionné comme un centre de développement : tandis qu'il inventait un système d'éclairage électrique, Edison réinventait le système de l'invention.

A l'époque où il commença à travailler sur le problème de l'éclairage électrique, Edison était encore à bien des égards un inventeur traditionnel, bien qu'exceptionnellement ingénieux, qui travaillait en étroite collaboration avec deux ou trois chercheurs et expérimentateurs qualifiés. Au fil de ses recherches sur la lumière électrique, Edison évolua peu à peu vers un personnage assez proche du directeur de recherche et de développement

L'invention de l'ampoule à incandescence fut la première heure de gloire du laboratoire de Menlo Park. Elle prit place dans le cadre d'un projet global de système d'éclairage électrique. Le modèle final d'un filament de carbone enfermé sous vide et traversé par un courant électrique n'apparut qu'au terme de plusieurs étapes dont chacune traduit la fécondité de la méthode d'Edison : aborder un domaine qu'on ne connaît pas en s'appuyant sur des analogies avec ceux qui sont connus.

PAR PAUL ISRAEL

Traduit par Mona de Pracontal

moderne, avec un laboratoire et une équipe comparables par leur taille à ceux d'aujourd'hui. C'était Edison, avec son esprit extrêmement créatif et imaginatif, qui donnait au projet ses lignes directrices, mais ses collaborateurs apportaient une contribution essentielle tant par leurs idées que par leurs compétences. De plus, à l'instar du directeur de recherche moderne,

Edison s'appuyait sur le soutien de capitaux d'entreprises. Alors qu'on glorifie l'individu Edison pour l'invention de la lumière, ce fut l'initiative conjugée – et moins visible – du laboratoire et du monde des affaires qui rendit son succès possible.

La démarche d'invention de son équipe de recherche, ainsi que les ressources de son laboratoire de Menlo

Park, jouèrent un rôle crucial pour le succès final d'Edison : elles lui permirent d'expérimenter plus vite et à plus grande échelle que ses rivaux, et donc de les distancer rapidement. Néanmoins, on ne saurait ignorer sa créativité personnelle, qui se manifestait dans sa façon d'organiser la recherche et d'en établir les directives intellectuelles. Si les sources et les méthodes de la créativité d'Edison se prêtent moins à l'analyse que son style de recherche en laboratoire ou les connaissances en électricité et en chimie sur lesquelles lui et son équipe se fondaient, elles transparaissent cependant clairement dans sa façon de travailler. Son mode de pensée analogique jouait un rôle capital ; Edison lui-même considérait cette caractéristique comme essentielle pour un inventeur. La « *capacité à établir des analogies fécondes entre divers domaines* » a été reconnue comme un des grands modes de pensée associés à la créativité, et a fourni une des clés permettant de comprendre l'évolution des recherches d'Edison sur la lumière électrique. Etablir des analogies était un moyen efficace d'aborder des technologies peu familières ou de s'engager dans une nouvelle voie de recherche. C'est cet aspect de l'approche d'Edison que l'historien Thomas Hughes décrit lorsqu'il dit qu'Edison possédait une « *capacité à trouver des métaphores qui lui permettaient de s'appuyer sur ce qu'il connaissait pour établir des hypothèses sur l'ordre de ce qu'il ne connaissait pas*. » Edison possédait également une autre qualité sans doute moins répandue. Edward Dickerson, le juriste de la Western Union, décrit sa remarquable faculté à concevoir d'innombrables variations sur un motif comme « *le mouvement d'un kaléidoscope produisant de nouvelles permutations*. » Ce sont ces qualités intellectuelles qui semblent avoir détaché Edison de la masse de ses contemporains et attiré le soutien des investisseurs.

Le statut d'Edison d'inventeur incontesté du télégraphe l'aida à trouver les fonds dont il avait besoin pour ses expérimentations, auprès de financiers de premier plan tels que William Vanderbilt et J.P. Morgan. Son expérience en matière de télégraphie lui avait donné un regard critique, qu'il appliqua au traitement de ce nouvel objet de recherche. Il parvint ainsi rapidement à ce qu'il croyait être la solution au problème de l'éclairage électrique.

Le travail d'Edison sur les télégraphes et les téléphones définit amplement les limites de ses connaissances en technologie électrique. A la différence de certains de ses contemporains, il n'avait même pas d'expérience avec les lampes à arc et les dynamos. Pourtant, il prédit avec une belle assurance qu'il pourrait résoudre le problème. Au cours de la deuxième semaine de septembre 1878, après quelques jours à peine d'expérimentation, il annonça qu'il était « *tombé sur un bon filon* ». Convaincu d'avoir résolu le problème, Edison annonça publiquement son succès dans un article du *New York Sun* du 16 septembre 1878. « *Ça y est, je l'ai !* dit-il au journaliste du *Sun*. *Avec le processus que je viens de découvrir, je peux produire mille, que dis-je, des milliers [de lampes] à partir d'une [dynamo]. En vérité, on peut dire que le nombre est infini.* »

Edison décrivit aussi au journaliste son projet d'un système électrique complet, qui remplacerait l'éclairage





John P. Morgan

rage au gaz dans le bas Manhattan. Il générerait l'électricité à l'aide de quinze à vingt dynamos Wallace activées par un moteur de 500 chevaux, et la distribuerait par des canalisations souterraines semblables à celles qui transportaient le gaz. En fait, Edison comptait reproduire exactement le système familial de l'éclairage au gaz. Il entendait utiliser les canalisations de gaz existantes pour véhiculer ses fils électriques à travers les bâtiments, et placer ses lampes dans les appareils à gaz reconvertis. Un compteur semblable à ceux des compagnies de gaz permettrait de facturer la consommation des clients. Cette analogie avec l'éclairage au gaz fit plus que déterminer un marché ; elle affecta la conception technique même du réseau puisque Edison s'efforça de le faire ressembler à l'ancien système, au point de vouloir utiliser les appareils à gaz pour rendre la transition plus facile.

La première solution trouvée par Edison au problème du développement commercial d'une ampoule incandescente reposait sur une autre analogie, cette fois-ci avec la technologie très familière de la télégraphie. Il lui fallait trouver un moyen d'empêcher le filament de l'ampoule (à cette époque, il utilisait du platine et des métaux apparentés) de fondre. Pour y arriver, il conçut des régulateurs qui employaient la dilatation des métaux

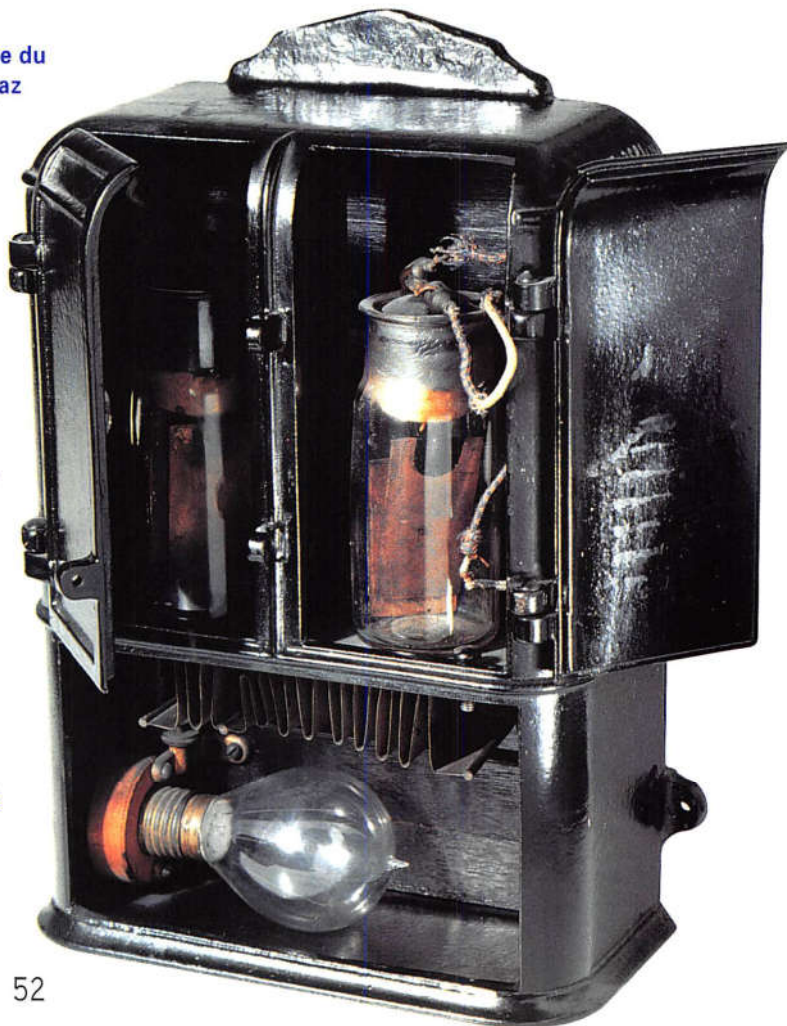


William H. Vanderbilt

ou de l'air chauffés par le courant électrique pour détourner ce dernier de l'élément incandescent. Celui-ci ne risquerait pas ainsi d'être détruit par une surchauffe. Edison arriva à cette solution en pensant les lampes électriques comme les instruments de télégraphie, et leurs régulateurs comme des inter-

rupteurs similaires à ceux qu'il employait pour la télégraphie. Il en vint rapidement à concevoir des régulateurs de lampe avec la même richesse d'invention qu'il avait appliquée précédemment pour diversifier les contacteurs-disjoncteurs et les circuits de ses systèmes de télégraphe. Si le régulateur de lampe était le « bon filon » d'Edison, une autre raison de sa confiance des débuts résidait dans cette intuition : une relation devait exister entre les lampes à haute résistance et les circuits parallèles. Parce que le régulateur mettait la lampe temporairement hors circuit, il lui fallait placer les lampes en circuits parallèles, de façon que chacune puisse être allumée ou éteinte sans que les autres lampes du circuit n'en soient affectées. C'était également souhaitable pour satisfaire des clients habitués aux éclairages au gaz à

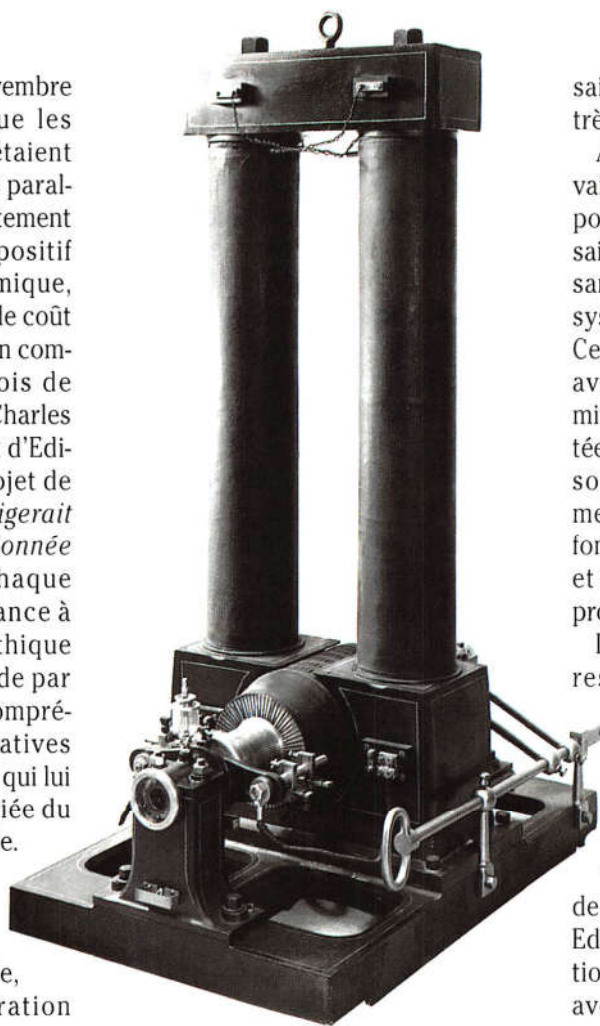
Edison s'inspire du compteur à gaz pour facturer la consommation des clients. Dans une cuve à électrolyse, des plaques de zinc pur baignent dans une solution de sulfate de zinc. Lorsque le courant passe, un dépôt de zinc se forme sur les plaques. La mesure périodique de cette quantité de métal déposée donne la consommation individuelle de courant. L'ampoule sert à maintenir le compteur à la bonne température.



DU TÉLÉGRAPHE À L'AMPOULE : LA PUISSANCE DE L'ANALOGIE

commande individuelle. Dès novembre 1877, Edison avait établi que les ampoules à haute résistance étaient les mieux adaptées aux circuits parallèles. On ne sait pas quand exactement il se rendit compte que ce dispositif était également le plus économique, mais il est clair que les notions de coût et de rendement étaient déjà bien comprises au laboratoire. Au mois de novembre de l'année suivante, Charles Batchelor, le principal assistant d'Edison, écrivait à propos d'un projet de système concurrent qu'il « *exigerait d'énormes conducteurs étant donnée [la] faible résistance* » de chaque ampoule. Bien qu'il eût tendance à dédaigner l'analyse mathématique formelle, Edison avait acquis de par son expérience pratique une compréhension des relations quantitatives entre les circuits électriques. Ce qui lui donnait une approche privilégiée du problème de la lumière électrique.

À l'optimisme des débuts d'Edison, suscité par son bond en avant conceptuel dans l'élaboration de l'ampoule, succéda rapidement la frustration quand il lui fallut mettre ses idées en pratique. Faute d'un succès rapide, le laboratoire de recherche d'Edison se perfectionna, à mesure que lui et Batchelor étudiaient les caractéristiques des filaments d'ampoule. Les recherches chimiques d'Edison, bien que souvent empiriques, se fondaient généralement sur les connaissances en chimie de l'époque. Elles se fondaient, aussi et peut-être surtout, sur les paramètres théoriques qu'il établissait pour la recherche en fonction de sa compréhension du problème abordé. Edison expérimentait non seulement sur les matériaux, mais aussi sur la forme de son élément incandescent. La principale série d'expériences portant sur ce point se déroula à la mi-octobre, quand il chercha à déterminer la relation entre les surfaces de chauffe, les températures et l'émission de lumière de ses éléments incandescents. Com-



Après avoir travaillé sur des dynamos standard, Edison s'attelle à la mise au point de ses propres générateurs. En 1879, il réalise ainsi sa première dynamo commercialement viable. Ses deux aimants bipolaires géants lui valent le surnom de "Mary-Ann aux longues jambes."

prenant que la consommation d'énergie était proportionnelle à la surface de chauffe de l'ampoule et non le résultat de sa résistance, Edison se rendit compte que les lampes à haute résistance ne nécessiteraient pas plus d'énergie pour fonctionner que les lampes à basse résistance. C'était là une avancée capitale dans la compréhension du problème, qui déconcerta la plupart des experts en ce domaine. Afin de réduire la surface de chauffe et d'accroître la résistance, Edison utili-

sait des filaments métalliques longs et très fins, roulés en étroites spirales.

Au départ, Edison concentra son travail sur l'ampoule : c'était à ses yeux le point critique dans la mesure où, pensait-il, les dynamos standard pouvaient sans peine répondre aux besoins d'un système d'éclairage à incandescence. Cependant, après avoir fait des essais avec une de ces dynamos, Edison se mit à douter qu'elles fussent bien adaptées à ses objectifs. Sachant que la Edison Electric Light Company, récemment constituée, allait lui fournir des fonds, il commanda d'autres machines et se mit à concevoir également ses propres générateurs.

La première dynamo d'Edison ne ressemblait à aucune de celles qui avaient été inventées jusqu'alors.

Elle ne marchait d'ailleurs pas. Sa conception particulière s'explique, tout comme les lampes d'Edison, par l'expérience en télégraphie de l'inventeur. Au cours de ses essais de télégraphes multiples, Edison avait conçu l'idée que la vibration d'un diapason aimanté, combinée avec les électroaimants d'un moteur, pouvait augmenter la quantité de courant électrique disponible. Il avait construit des moteurs en se basant sur cette idée, et la similitude de conception entre les moteurs et les dynamos l'amena tout naturellement, dans un premier temps, à reproduire ce schéma. Edison exploita à nouveau l'analogie avec son expérience du télégraphe, mais il s'avéra rapidement, cette fois-ci, que cela n'apportait ni une solution adaptée, ni une direction de recherche fructueuse.

Il estima alors qu'il avait besoin d'en savoir davantage sur la conception des générateurs. En janvier 1879, sa compréhension des générateurs avait suffisamment progressé « *après quelques semaines à travailler dur sur les principes électromagnétiques* », pour lui permettre de donner à ses opérateurs un nouveau modèle à construire. Les nouvelles ressources financières

DU TÉLÉGRAPHE À L'AMPOULE : LA PUISSANCE DE L'ANALOGIE

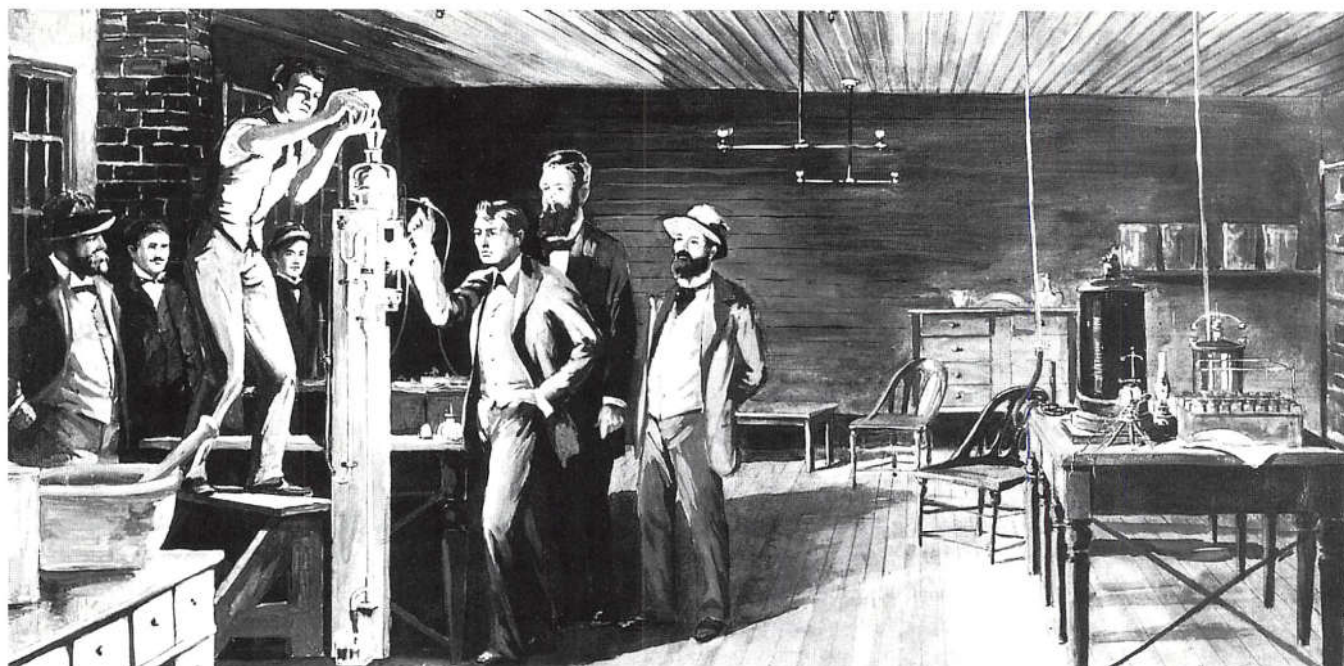
d'Edison l'aidèrent considérablement à mener à bien ses essais de générateurs. Elles lui permirent de faire construire un grand atelier où l'on pouvait fabriquer non seulement des appareils petits et délicats tels que des télégraphes et des lampes, mais aussi des générateurs – « *en bref, tous les moyens permettant d'établir et de tester au meilleur escient tous les éléments de la lumière électrique.* » Avec les nouvelles installations, les nouvelles machines et les assistants supplémentaires qu'il pouvait s'offrir grâce à ses bailleurs de fonds, Edison était maintenant à même de mener des recherches de grande envergure. Les autres inventeurs de la lumière électrique concentraient leur énergie sur l'ampoule. Perçue certes comme le problème clé de l'éclairage à incandescence, elle constituait néanmoins aussi un objet de recherche plus facile à aborder avec des ressources limitées. Edison, en revanche, pouvait maintenant expérimenter d'autres composants et commencer à s'intéresser aux exigences d'un système d'éclairage dans son ensemble. Il pouvait également tirer pleinement parti de sa propension à aborder un problème sous différents angles en même temps.

Pour ses essais de générateurs, Edison se basa à nouveau sur sa grande expérience de la technologie du télégraphe. Afin de comprendre comment le courant circulait dans l'induit d'un générateur, il le traita comme s'il était similaire au courant produit par des batteries. Une autre analogie conceptuelle allait devenir un élément clé du modèle final. Comme la plupart des expérimentateurs en électricité, Edison se fondait sur la conception de Faraday, vieille d'un demi-siècle, qui consistait à couper les lignes de force magnétique avec un conducteur. Plus il y avait de lignes de force traversées de la façon la plus directe possible, plus le générateur était productif. Edison établit donc qu'il pouvait augmenter le pouvoir d'un générateur de ce type en faisant d'un aimant à basse résistance un champ magnétique puissant. Quand arriva le printemps, Edison était parvenu à concevoir une dynamo com-

mercialement viable, surnommée la « *Mary-Ann aux longues jambes* » à cause de ses aimants bipolaires géants.

De même que les essais de dynamos traduisaient une volonté nouvelle d'édifier une base de connaissance fondamentale, les essais d'ampoules reflétèrent à leur tour, dès le début de 1879, ce nouvel esprit d'investigation. Au lieu de construire de nombreux prototypes comme il le faisait auparavant, Edison se mit à observer le comportement du platine et d'autres métaux placés dans les conditions requises par l'incandescence. En examinant les filaments au microscope, il découvrit rapidement que le métal semblait absorber des gaz pendant la chauffe. Cela lui donna à penser que le problème ne résidait pas tant dans la composition du métal que dans son environnement de chauffe. La façon la plus évidente de changer l'environnement était de créer un vide. Avec l'aide d'un souffleur de verre allemand expérimenté, Edison améliora la technologie de la pompe à vide existante. Il parvint à mieux protéger ses filaments, ce qui lui permit, à la fin de l'été, d'abandonner ses régulateurs électromagnétiques complexes.

Début 1879, Edison réalise que les gaz dissous dans le filament de l'ampoule favorisent sa combustion. Pour l'éviter, il parvient, à l'aide d'une pompe à vide, à chasser les gaz dès que le filament commence à chauffer.



ENTREPRISES - INDUSTRIELS

réservez

***votre publicité dans les publications des
INGÉNIEURS DES PONTS ET CHAUSSEES***



**Organe de l'Association des
Ingénieurs des Ponts et Chaussées**

SOMMAIRE

Janvier	STRATEGIE/MANAGEMENT
Février	TELECOMMUNICATIONS INFORMATION
Mars	LES ESPACES PUBLICS (Gares, Aéroports, Centres Commerciaux, Architecture)
Avril	RECRUTEMENT/ECOLE/CARRIERES Responsabilité de l'Ingénieur
Mai	L'INDUSTRIE
Juin/Juillet	TRANSPORTS TRANSPORTS COLLECTIFS INTERMODALITE
Août/Sept.	MATERIAUX INNOVANTS
Octobre	BANQUES/FINANCES ASSURANCES
Novembre	EAU ET ENVIRONNEMENT
Décembre	ROUTE/AUTOROUTE

TARIF DE LA PUBLICITE

Suface utile	Dimensions	Prix
La page noire préférentielle face texte	180 x 260	20 000 F
La page noire	180 x 260	17 000 F
2° page couverture	180 x 260	25 000 F
3° page couverture	180 x 260	23 000 F
4° page couverture	180 x 260	30 000 F
1/2 page	L 180 H 125 ou L 85 H 250	9 500 F
1/4 page	L 85 H 125 ou L 180 H 50	6 200 F
Supplément par couleur. La couleur		2 000 F
Encartage libre ou broché, consulter le régisseur		Couleur - Quadri
Format plein papier : 215 x 307		6 000 F

Remise des ordres : le 1^{er} du mois précédant la parution au plus tard.

Mode d'impression ; Offset - Typon trame 120 - Format façonné : 210 x 297

La composition et les typons sont à la charge de l'annonceur.

Dégressif 10 % pour 5 parutions, 20 % pour 10 parutions.

annuaire des Ponts et Chaussées

TARIF DES INSERTIONS

4° Couverture	115 L x 190 H	F	27 000 H.T.
2° Couverture	115 L x 190 H	F	23 000 H.T.
3° Couverture	115 L x 190 H	F	22 000 H.T.
Page cartonnée	115 L x 190 H	F	20 000 H.T.
Page non divisible préférentielle	115 L x 190 H	F	17 000 H.T.
Page dans le corps de l'ouvrage	115 L x 190 H	F	15 000 H.T.
1/2 page	115 L x 90 H	F	9 000 H.T.
1/4 page	115 L x 45 H	F	6 500 H.T.
Signet fourni par l'annonceur		F	16 000 H.T.
Couleur supplémentaire		F	2 200 H.T.

Format plein papier : L 15,5 cm x 24 cm H

Mode d'impression : Offset - Typons, dessins et compositions en sus - Trame 120

**CORRESPONDANCE - RENSEIGNEMENTS - PUBLICITÉ - Contact : M. BRAMI
RELATIONS SOCIALES « OFERSOP »**

55, boulevard de Strasbourg, 75010 PARIS - Téléphone 48.24.93.39 - Télécopie : 45.23.33.58

DU TÉLÉGRAPHE À L'AMPOULE : LA PUISSANCE DE L'ANALOGIE

Dès lors, il put expérimenter avec du carbone, matériau moins cher et de résistance supérieure à celle du platine, mais qui était difficile à protéger de l'oxydation. Le passage au carbone aurait pu ne pas se faire (ou du moins ne pas se faire à ce moment-là), n'était la propension d'Edison à travailler sur différents projets en même temps. Au cours du printemps et de l'été 1879, les recherches d'Edison sur le téléphone éclipsèrent en effet à plusieurs reprises ses autres travaux, même la lumière, car Edison s'efforçait d'améliorer son appareil pour le marché britannique. La pastille de carbone insérée dans le transmetteur était un élément essentiel du téléphone d'Edison. Ces pastilles étaient fabriquées dans un petit hangar du complexe de recherche où des lampes à kérosène brûlaient nuit et jour : le carbone ainsi produit, qu'on appelait noir de lampe, était rassemblé et pressé en pastilles.

Ce fut pourtant une autre analogie encore qui poussa Edison à adopter pour l'ampoule ce matériau qui lui était familier. Il s'aperçut qu'on pouvait rouler le noir de lampe en fil puis le tourner en spires comme du platine, et décida alors d'expérimenter de nouveau le carbone comme matériau de filament. L'article de journal suivant, consacré à la première lampe à carbone réussie de l'inventeur, décrit ce qui a peut-être été son moment d'« eureka » :

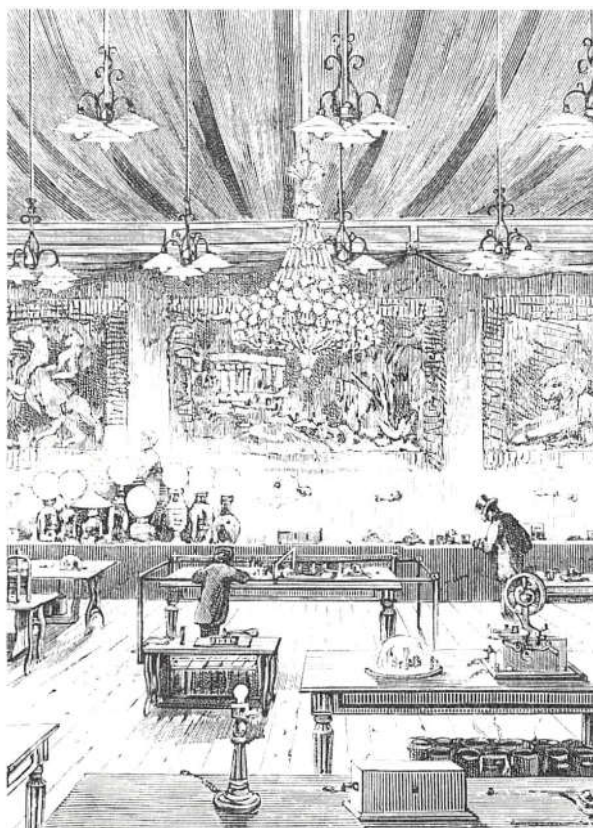
« Un soir qu'il était assis dans son laboratoire à réfléchir à certains des détails inachevés, Edison se mit à rouler distraitemment un morceau de noir de lampe pressé entre ses doigts, jusqu'à le réduire à un fil ténu. Y jetant un coup d'œil par hasard, il songea soudain que cela pourrait donner de bons résultats comme « brûleur », une fois porté à l'incandescence. Quelques minutes plus tard, l'expérience

en était faite et, à la satisfaction de l'inventeur, elle s'avérait concluante même si les résultats n'étaient pas surprenants. D'autres essais furent menés, avec des modifications de forme et de composition du matériau, et chacun de ces essais démontra que l'inventeur était sur la bonne piste. »

Pour Edison, l'analogie offrait souvent un point de départ utile ou indiquait une nouvelle piste. Ce fut le cas pour le carbone et la lumière électrique. Bien que son brevet de novembre 1879 ait conservé la forme spirallique, il est clair que dans la réalité, enrouler du carbone en spirale présentait de grandes difficultés. Edison adopta donc une autre forme pour le filament de carbone, le fil. Les 21 et 22 octobre (jours pendant lesquels un filament de coton dura quelque 13 heures et demie, soumis à une résis-

tance d'environ 100 ohms) allaient être retenus plus tard comme date de l'invention de l'ampoule électrique par Edison. A l'époque, pourtant, ce dernier n'y voyait pas une invention achevée, mais plutôt l'amorce d'une nouvelle voie d'expérimentation. Il allait falloir encore un an de recherches pour aboutir à la lampe commerciale.

Le 1^{er} janvier 1880, Edison fut néanmoins à même de présenter son système au public. Pour introduire l'ampoule sur le marché, il lui fallait maintenant transformer le laboratoire de Menlo Park en Centre de recherche et de développement, et mettre l'accent sur le développement. Au printemps, son équipe, formée auparavant de douze à quinze expérimentateurs et opérateurs, s'était considérablement agrandie, puisqu'elle comptait par moments jusqu'à cinquante membres. De nouveaux employés furent affectés à des travaux sur les différents composants, tels que les culots, les fusibles et les compteurs, ainsi que le filament commercial, le carbone-bambou. Au printemps 1881, une fois tous ces composants accessoires développés et la fabrication lancée, Edison avait dépensé 200 000 \$ pour la recherche et le développement. L'introduction de la lampe sur le marché nécessita quelques milliers de dollars supplémentaires en frais de recherches ainsi que 300 000 \$ pour l'installation de la première centrale électrique de New York, à Manhattan. Celle-ci s'ouvrit le 4 septembre 1882, 4 ans après qu'Edison eut commencé ses recherches. S'il affirmait avoir simplement « réalisé tout ce qu'il avait promis », il en avait fait en réalité bien davantage : il avait donné naissance à une nouvelle industrie et réorganisé le processus de l'invention. ■



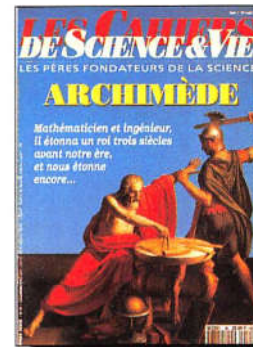
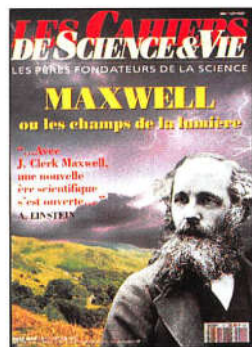
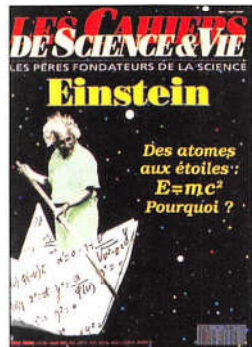
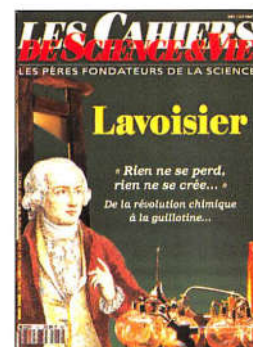
La réalisation de l'ampoule électrique a nécessité deux années de recherche. Elle fera le succès d'Edison à l'Exposition sur l'électricité à Paris, en 1881.

COLLECTIONNEZ LES GRANDES FIGURES DE L'AVENTURE SCIENTIFIQUE

COLLECTION

1993 LES PERES FONDATEURS DE LA SCIENCE.

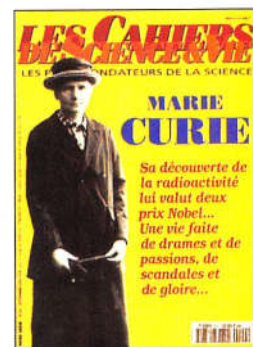
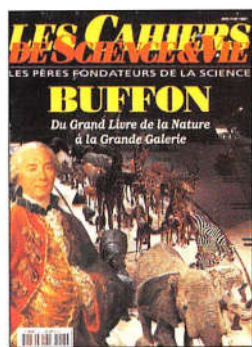
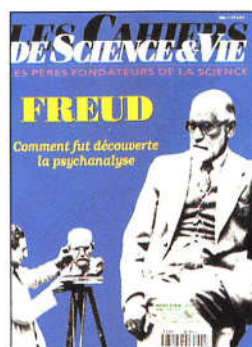
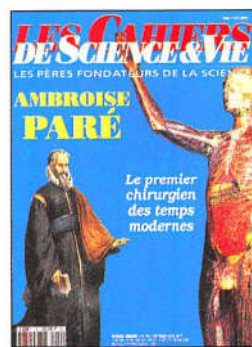
- n° 13 - Newton
- n° 14 - Lavoisier
- n° 15 - Mendel
- n° 16 - Einstein
- n° 17 - Maxwell
- n° 18 - Archimède



COLLECTION

1994 LES PERES FONDATEURS DE LA SCIENCE.

- n° 19 - Ambroise Paré
- n° 20 - Carnot
- n° 21 - Kepler
- n° 22 - Freud
- n° 23 - Buffon
- n° 24 - Marie Curie



BON DE COMMANDE

à compléter et à retourner avec votre règlement à l'ordre des CAHIERS DE SCIENCE & VIE sous enveloppe affranchie à : Service VPC - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15

☐ Je commande les numéros suivants des CAHIERS DE SCIENCE & VIE au prix unitaire de 32 francs*

13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24

☐ Je commande la collection 1993 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE du n°13 au n°18 : 160 francs au lieu de 192 francs*

☐ Je commande la collection 1994 des CAHIERS DE SCIENCE & VIE du n°19 au n°24 : 160 francs au lieu de 192 francs*

☐ Je commande reliure(s) des CAHIERS DE SCIENCE & VIE au prix unitaire de 65 francs - étranger 75 francs * Cochez S.V.P.

• Le montant de ma commande est de francs

Nom

Prénom

Adresse

Code postal Ville

En application de l'article L. 27 de la loi du 6-01-1978, les informations ci-dessus sont indispensables au traitement de votre commande et sont exclusivement communiquées au destinataire la traitant. Elles peuvent donner lieu à l'exercice du droit d'accès et de rectification auprès d'Excelsior. Vous pouvez vous opposer à ce que vos nom et adresse soient communiqués ultérieurement.

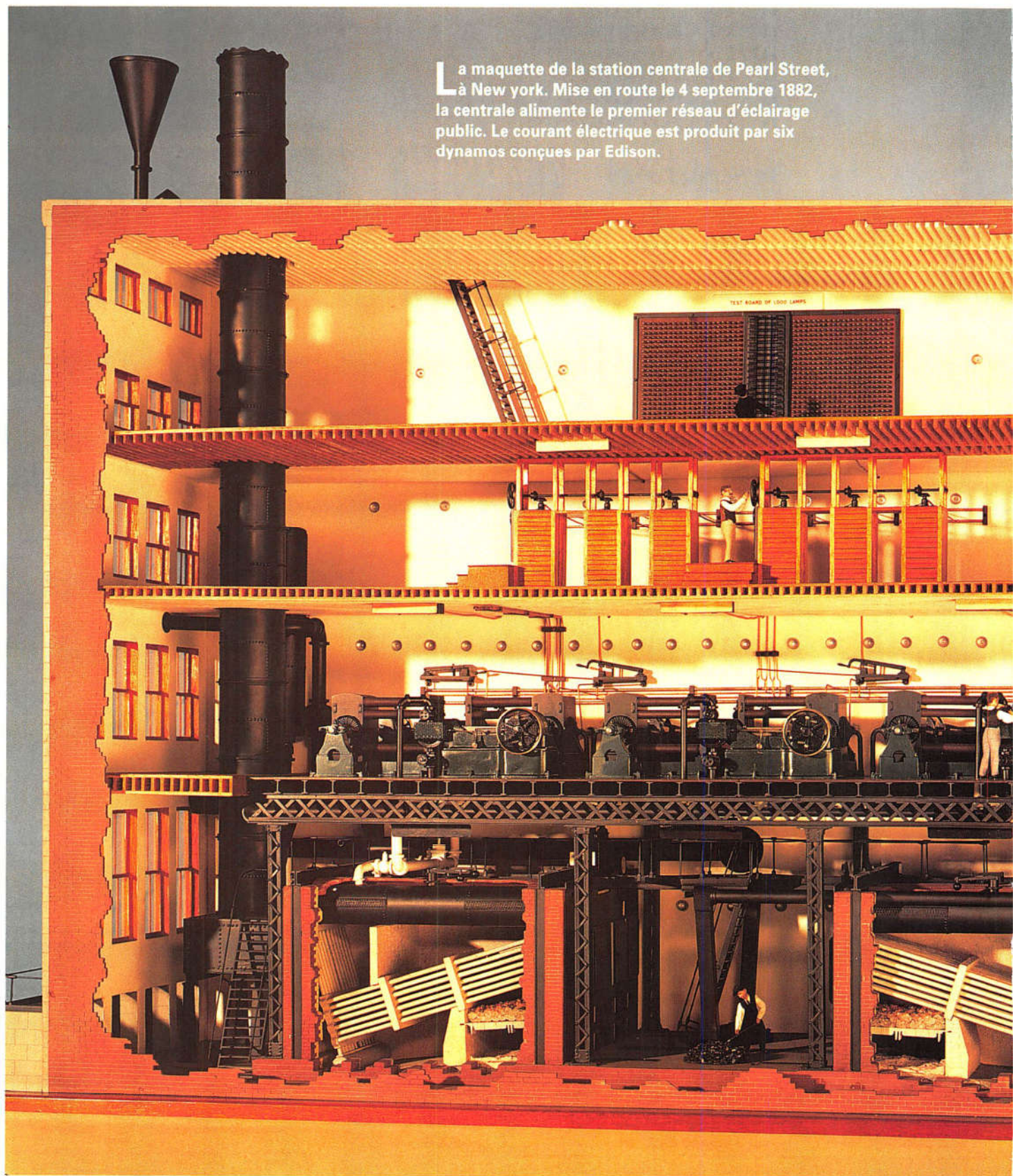
Offres valables jusqu'à fin 1996 et réservées à la France Métropolitaine
Etranger: nous consulter Tel (33-1) 46 48 47 18

(*) Prix de vente normal chez votre marchand de journaux

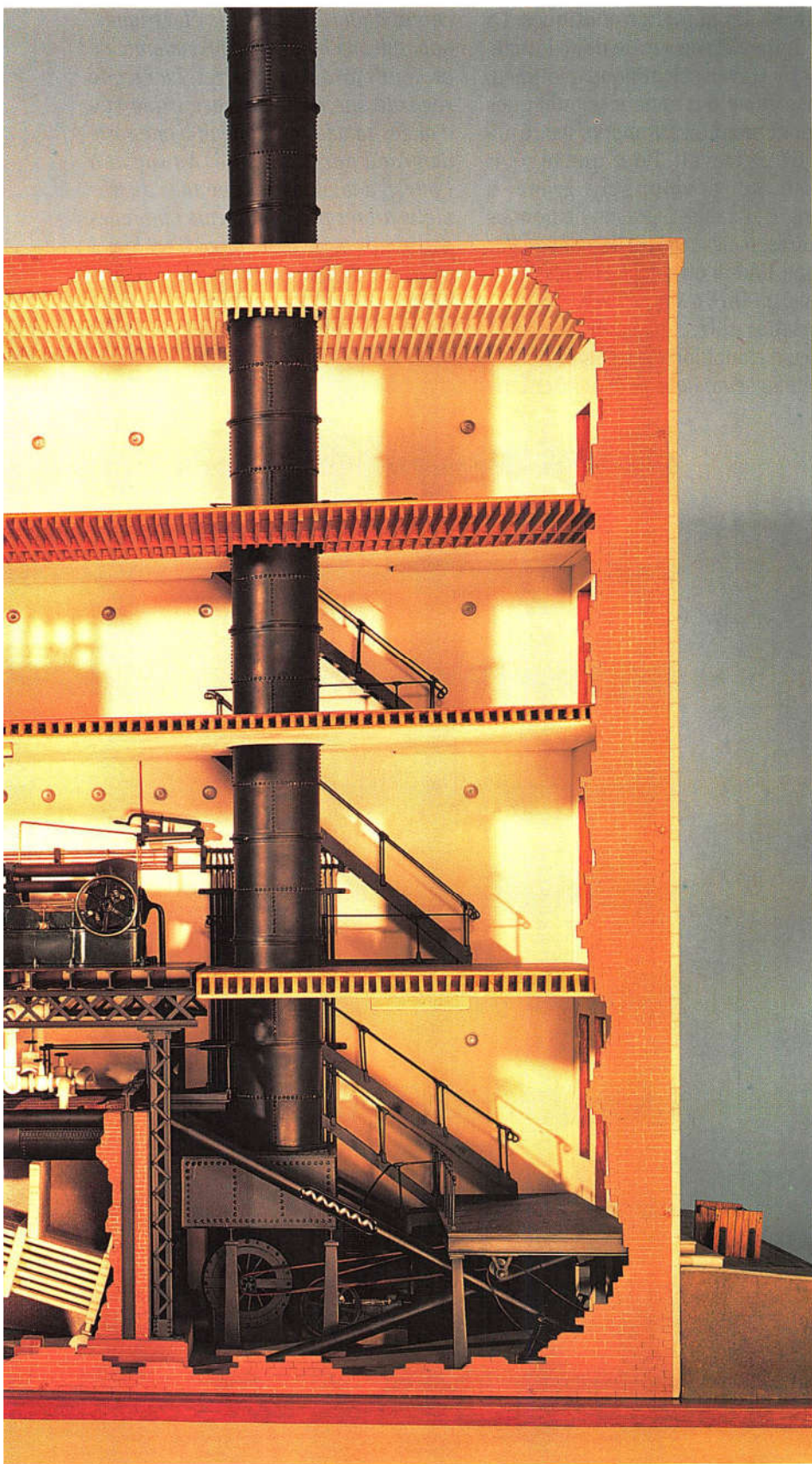
Elegante et pratique, chaque reliure est conçue pour classer 12 numéros des CAHIERS DE SCIENCE & VIE

LES PREMIERES LUN

La maquette de la station centrale de Pearl Street, à New York. Mise en route le 4 septembre 1882, la centrale alimente le premier réseau d'éclairage public. Le courant électrique est produit par six dynamos conçues par Edison.



MILLIERS DE LA VILLE



En 1878, Edison révélait à un journal de New York sa vision de la distribution électrique dans des milliers de foyers. Six ans plus tard, 12 000 lampes, reliées à une centrale électrique, illuminent un quartier de la ville. Comment cette idée de réseau électrique est-elle passée du stade de prédiction à un système technique organisé ? Récit d'une mise en scène où, des personnages au décor, rien n'est laissé au hasard.

PAR VINCENT GUIGUENO

Le 18 octobre 1931, Thomas Alva Edison s'éteint à l'âge de 84 ans. Dans le *New York World-Telegram*, un caricaturiste représente la scène de la façon suivante : l'inventeur est couché dans son lit, alors qu'une allégorie de la mort, la « grande faucheuse », éteint la lumière. Trois jours plus tard, le 21 octobre, l'Amérique rend hommage à l'inventeur disparu en organisant une minute d'obscurité : à 9h59, heure de New York, les lumières des

LES PREMIERES LUMIERES DE LA VILLE

grandes villes américaines s'éteignent. Deux dates s'imposent dans la chronologie du succès du « sorcier de Menlo Park » : la mise au point de l'ampoule à incandescence, en octobre 1878, et l'éclairage d'un quartier de New York, en septembre 1882. Pourtant, l'histoire de cette épopée technique révèle que l'association des deux événements est une reconstruction d'une évidence trompeuse. Entre l'ampoule et le réseau électrique, bien des difficultés techniques, économiques ou politiques, auraient pu faire échouer l'entreprise.

En racontant l'invention d'un système technique, la distribution d'électricité domestique à New York, nous ne pouvons rendre compte du « tumulte technologique » de la fin du XIX^e siècle, qui bouleverse les façons de vivre et de penser dans les sociétés industrielles. L'histoire du réseau électrique de New York peut nous aider à mieux comprendre la dynamique de l'innovation dans les années 1880. Par exemple, quelles sont les méthodes déployées par Thomas Edison dans la gestion de ses affaires ? Comment a-t-il transformé une idée de réseau électrique, annoncée à grand renfort de publicité dès le mois d'octobre 1878, en un système technique, organisé et régulé, dont la principale vertu est de se faire oublier de son usager ? Les annonces médiatiques d'expériences spectaculaires semblent baliser les étapes d'un succès inévitable. Pour l'historien, le terrain est donc « miné » par de nombreux événements, orchestrés par Edison et son entourage. En effet, l'annonce d'un résultat expérimental tangible fait partie des ruses d'Edison, qui met ainsi le travail scientifique et technique en représentation auprès du

public et des autorités politiques. La « méthode Edison » mêle donc intimement un travail scientifique quotidien, harassant, et des annonces publiques qui ponctuent ou anticipent les résultats de ce travail. Pour que le récit puisse se développer, grâce à l'intrigue, il fallait à Edison de bonnes histoires, mais aussi un bon décor. Par chance, intérêt ou calcul, Edison s'était installé en 1876 à Menlo Park.

Un laboratoire, une communauté et un lieu d'exhibition technique.

« A vingt-cinq lieues de New York, au

centre d'un réseau de fils électriques, apparaît une habitation qu'entourent de profonds jardins solitaires. La façade regarde une riche pelouse traversée d'allées sablées qui conduit à une sorte de grand pavillon isolé. Au sud et à l'ouest, deux longues avenues de très vieux arbres projettent leurs ombrages supérieurs vers ce pavillon. C'est le n°1 de la cité de Menlo Park. – Là, demeure Thomas Alva Edison, l'homme qui a fait prisonnier l'écho. (...) Ce soir-là, l'ingénieur avait donné congé à ses cinq acolytes, ses chefs d'ateliers, – ouvriers



Dès 1880, Edison inspire la trame d'un feuilleton romanesque, *L'Eve future*. Villiers de l'Isle-Adam y dépeint le sorcier des temps modernes qui, grâce à l'électricité, donne la vie à une femme mécanique.



THE BETTMANN ARCHIVE

Afin d'obtenir l'appui des personnalités influentes, le laboratoire de Menlo Park devient le lieu d'exhibition des techniques d'éclairage d'Edison. (Ici un atelier de fabrication des premières ampoules).

dévoués, érudits et habiles qu'il rétribue en prince et dont le silence lui est acquis ».

Fondée sur des récits de visites publiés dans la presse française, la description de Villiers de l'Isle-Adam (*L'Eve future*, 1886) donne de Menlo Park une image mystérieuse, cohérente, avec la trame fantastique d'un roman où l'électricité donne la vie à une femme mécanique. Dans son avis au lecteur, Villiers indique qu'il s'intéresse plus à la légende du sorcier de Menlo Park qu'à la réalité d'un personnage célèbre depuis l'invention du phonographe, en 1877. Mais comment comprendre l'organisation du travail à Menlo Park quand Edison lui-même

prend la pose devant les photographes, faisant semblant de dormir dans son laboratoire, la tête appuyée sur un livre de chimie ?

Les motifs du déménagement de Newark à New Jersey, en 1876, sont multiples. En se libérant des contraintes de la ville, peut-être de ses distractions de plus en plus nombreuses, Edison et ses compagnons s'installent sur un site propice à l'extension future des ateliers et des laboratoires. L'équipe de Menlo Park, qui comptera près de 200 personnes dans les années 1880, est logée à proximité du site. La disponibilité d'une communauté de professionnels de compétences variées est, à l'évidence, l'un des atouts d'Edison qui réunit des hommes de talent, « *ouvriers dévoués, érudits et habiles* » : il y a parmi eux des figures connues, comme Charles Batchelor, un mécanicien déjà présent lors de l'invention du phonographe, ou

John Kruesi, le responsable de l'atelier, qui transforme les croquis d'Edison en objets, mais également des mécaniciens, des chimistes, et des artisans. Edison et son équipe disposent aussi d'une bibliothèque bien fournie en ouvrages et périodiques, scientifiques et techniques.

La tranquillité du site n'est qu'apparente : situé à 40 kilomètres de New York, Menlo Park est facilement accessible par la ligne de chemin de fer de Pennsylvanie. Le laboratoire peut disposer des « ressources » intellectuelles, technologiques et financières qui se concentrent dans la grande métropole voisine. Les voyages ne sont d'ailleurs pas à sens unique. La notoriété croissante de Menlo Park, après l'invention du phonographe, attire hors de New York des curieux, des journalistes et des hommes politiques. Le laboratoire devient un lieu d'exhibition des techniques d'éclairage d'Edison. L'histoire

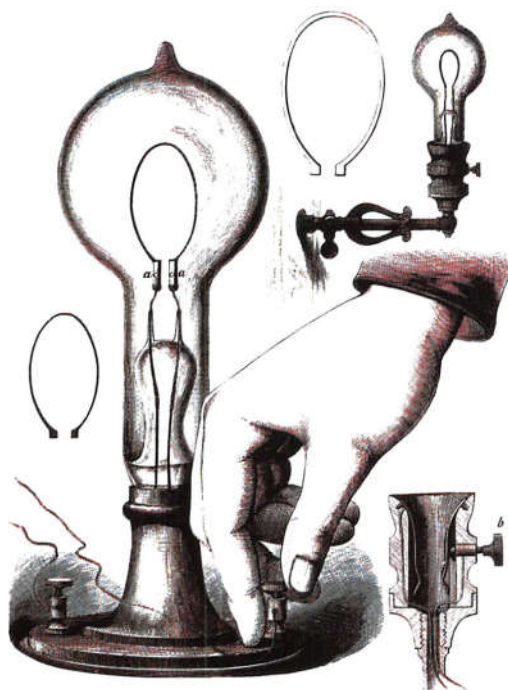
LES PREMIERES LUMIERES DE LA VILLE

du premier réseau électrique urbain est donc ponctuée de visites soigneusement organisées et préparées, dont la plus fameuse est sans doute celle des conseillers municipaux de New York, en décembre 1880, somptueusement reçus dans une pièce illuminée par les ampoules Edison. Quelque temps plus tard, la ville de New York délivre à Edison l'autorisation d'implanter et d'exploiter un réseau dont il ne maîtrise pas encore toutes les composantes techniques. Menlo Park est donc simultanément un formidable outil de recherche et d'innovation, une communauté de travail et un lieu de démonstration des techniques mises au point par l'équipe d'Edison. A la fin du mois d'octobre 1878, l'intérêt d'Edison pour l'électricité est dévoilé publiquement par un journaliste. Le même mois, une société, l'Edison Electric Light Company, est fondée pour recueillir les fonds nécessaires au financement de ce projet. Pendant une période de cinq ans, Edison s'engage à céder à cette compagnie l'ensemble des brevets de dispositifs électriques déposés par son équipe.

UNE CONCEPTION SYSTÉMIQUE DE L'INNOVATION

Pourquoi Edison se tourne-t-il vers la conception d'un réseau électrique urbain ? Ce virage décisif dans sa carrière est sans doute le fruit de nombreuses conversations avec les scientifiques, les industriels et les hommes d'affaires qu'il fréquente. La lecture de périodiques techniques l'a régulièrement tenu au courant des travaux réalisés dans ce domaine. Enfin, l'expansion de l'éclairage électrique public ne le laisse sans doute pas indifférent. En 1880, Broadway, illuminé par des ampoules à arc, est surnommé *the*

La lampe n'est qu'un composant du réseau. Les problèmes qu'elle soulève – tel celui de la robustesse – s'inscrivent dans un système pensé dans sa globalité.



Edison's neue elektrische Lampe.

Great White Way. D'emblée, le projet s'avère très différent de ceux qu'Edison et ses compagnons ont mené jusqu'à présent. Les enjeux technologiques, économiques et politiques qui pèsent sur le développement d'un réseau électrique dépassent de loin ceux du phonographe. Il s'agit en effet de concevoir un système technique implanté au cœur d'une ville, et non de développer un objet. L'éclairage électrique des particuliers doit supplanter un concurrent installé, l'éclairage au gaz qui occupe le marché. C'est pourquoi Edison réalise très tôt, aux frais de son actionnaire J.P. Morgan, une enquête sur le fonctionnement et les coûts du réseau de gaz à New York. Partout dans la ville, le public peut apprécier la qualité de l'éclairage électrique, plus intense que celui au gaz. Reste à le convaincre de recevoir cette lumière chez lui, sous une forme moins

agressive, grâce à la lampe à incandescence. En confrontant l'idée de réseau au développement des techniques électriques, Edison imagine la distribution d'électricité à partir d'une centrale de production installée sur l'île de Manhattan.

A cette époque, l'idée de réseau électrique est encore bien vague. D'après l'historien américain Thomas P. Hugues, Edison n'a qu'une vision, une image du système électrique qu'il souhaiterait développer. Cette hypothèse s'appuie sur l'analyse des carnets de notes qu'Edison noircit à longueur de journée. Le réseau et ses composants apparaissent sous forme de dessins. Il s'agit ensuite de mobiliser les concepts scientifiques et les ressources techniques nécessaires à leur réalisation. Examinons la lampe à incandescence, célèbre après l'expérience d'octobre 1879, pendant laquelle le modèle d'Edison luit 40 heures. La lampe n'est qu'un

composant du système pour lequel des concurrents, comme l'Anglais Joseph Swan, travaillent également à la mise au point d'une ampoule performante. Cependant, la question de la robustesse des lampes s'est immédiatement révélée comme critique dans le système abstrait d'Edison. Pourquoi ? Assez rapidement, Edison conçoit un système de lampes à incandescence, reliées en parallèle, dans un réseau alimenté par des générateurs de courant continu de faible voltage. Afin de réduire la dissipation d'énergie dans le réseau, les lampes doivent posséder une résistance élevée. La réalisation d'une lampe à incandescence robuste n'est donc pas une « percée technologique », mais la solution d'un problème critique qui hypothèque le système théorique imaginé par Edison. Le problème spécifique de la lampe doit donc être compris dans une perspective

LES PREMIERES LUMIERES DE LA VILLE

plus globale, celle d'un réseau dont tous les composants sont pensés solidairement. Cette méthode de travail, très éloignée de celle d'un inventeur supposé solitaire et intuitif, est coûteuse : en un an, les frais engagés s'élèvent à 40 000 dollars. Heureusement, un homme de confiance, Grosvenor P. Lowrey, s'occupe efficacement des questions financières et politiques, si bien que les travaux progressent dans des conditions matérielles satisfaisantes.

L'exemple de la lampe est révélateur de la méthode de travail à Menlo Park. Il nous permet également de mieux saisir les relations qu'Edison entretient avec ses collaborateurs. La formulation d'un programme expérimental précis – déterminer les caractéristiques techniques (la nature du filament, l'obtention du vide dans une ampoule fabriquée en série) d'une lampe à incandescence robuste – suppose au préalable un important travail de calcul, afin de connaître les caractéristiques électriques du futur circuit. La résolution de ces équations, qui utilisent les lois d'Ohm, de Joule et de Kirchhoff, précède la phase expérimentale du programme. La conception du réseau électrique urbain va donc multiplier de longues et fastidieuses heures de calcul. Comme pour les affaires techniques ou financières, Edison a fait venir à Menlo Park des hommes compétents. En décembre 1878, sur la recommandation de Grosvenor P. Lowrey, un jeune mathématicien et physicien, Francis Upton, se joint au projet. Il a suivi les cours de Helmholtz à Berlin et fait rapidement apprécier ses compétences. Upton ne mettra jamais en cause les qualités scienti-

fiques d'Edison, malgré la légendaire aversion de ce dernier pour les mathématiques. En dépit de ses lacunes, Edison pose sans cesse des questions, parfois évidentes, souvent déroutantes, car il se méfie des résultats tenus pour définitifs. Ce doute permanent fut, d'après Upton, un précieux stimulant pour la recherche scientifique et technique à Menlo Park. Tous les anciens collaborateurs d'Edison n'auront pas un souvenir aussi respectueux. Mais quelle que soit leur opinion, leur témoignage confirme la singularité de la méthode de travail d'Edison, c'est-à-dire son extraordinaire capacité à décrire et à dessiner un système dont il ne maîtrise pas tous

demment, aucun schéma linéaire ne permet de décrire leur avancement dans le temps, puisque le « système » avance de front, jusqu'à ce qu'un obstacle, scientifique, technique ou réglementaire ne se transforme en problème critique à résoudre. Techniquement, les ingénieurs et les mécaniciens doivent concevoir tous les composants, en partant parfois du matériel disponible le plus proche. C'est le cas du générateur de courant continu, qui doit être compatible avec l'ensemble du système. Il s'agit donc de transformer une dynamo de type Gramme en réduisant sa résistance interne. Le premier modèle, surnommé *long legged Mary Ann*, donnera naissance à Jumbo,

en hommage au célèbre éléphant du cirque Barnum, d'une puissance de 51,5 kW (intensité 500 A, tension 103 V). Les techniciens doivent également concevoir l'ensemble des composants du réseau de distribution, en anticipant les problèmes de sécurité liés au transport de l'électricité dans une zone urbaine.

LA STATION DU 257 PEARL STREET, MANHATTAN

En décembre 1880, une société est constituée pour exploiter le futur réseau : l'Edison Illuminating Company of New York.

Durant l'année 1882, les travaux s'organisent sous la direction personnelle d'Edison, en particulier la réalisation des tranchées nécessaires à l'enfouissement des câbles électriques. Pendant que le réseau s'installe, un ingénieur autrichien, Hermann Claudius, effectue un relevé précis des besoins des consommateurs. Les premiers clients habitent les quartiers sud de



En 1881, Edison établit le plan d'éclairage d'un quartier de New York, autour de Wall Street. Ce quadrilatère d'un kilomètre carré abrite une centrale électrique qui alimentera 12000 lampes.

les éléments scientifiques ou techniques.

Si tous les travaux s'inscrivent dans la logique systémique décrite précé-

LES PREMIERES LUMIERES DE LA VILLE

Manhattan, dans un rayon d'un demi-mille autour du 257 Pearl Street. Le 4 septembre 1882, un électricien de la compagnie Edison actionne l'interrupteur qui fournit l'électricité au premier district. Un seul générateur – sur les six prévus à terme – entre en fonctionnement. Au numéro 23 de Wall Street, Thomas Edison allume personnellement la lumière chez Drexel, Morgan and Co, les investisseurs qui le soutiennent depuis l'annonce du projet, 4 années plus tôt. Le lendemain, le *New York Times* rend compte à ses lecteurs de l'éclairage de sa salle de rédaction. La banque et la presse font partie des premiers bénéficiaires de l'électricité partagée.

Pearl Street est en effet la première station de production électrique autonome, c'est-à-dire dédiée à des clients abonnés à un réseau, et non plus réservée à l'usage exclusif du propriétaire d'un générateur isolé. La localisation de la station électrique, près du district financier de New York, n'est pas le fruit du hasard. A cette époque, les lieux de spectacle, les hôtels de luxe, mais également le New York Stock Exchange – la bourse de New York – s'équipent de stations électriques autonomes. Une filiale de l'Edison Electric Light Company, l'Edison Company for Isolated Lighting, vend et installe ces équipements dans les zones où elle ne fait pas de concurrence à la filiale « réseau ». New York est alors une ville en pleine expansion, qui voit passer chaque année les trois quarts des candidats à l'immigration sur le sol américain, soit plusieurs centaines de milliers de personnes. Les grandes vagues d'émigration, venues du Sud et de l'Est de l'Europe, bousculent le paysage urbain d'une ville en mutation. A partir du quadrillage de l'île, réalisé au début du XIX^e siècle, les affaires immobilières vont donc bon train, surtout au nord. Les derniers « blocs » encore vierges côtoient les immeubles particuliers financés par de riches investisseurs. Le réseau de Pearl Street ne couvre

qu'une partie limitée du sud de Manhattan, entre l'East River et Broadway. Edison a donc choisi un quartier symbolique et prestigieux, au détriment des zones où la densification de la population est la plus forte.

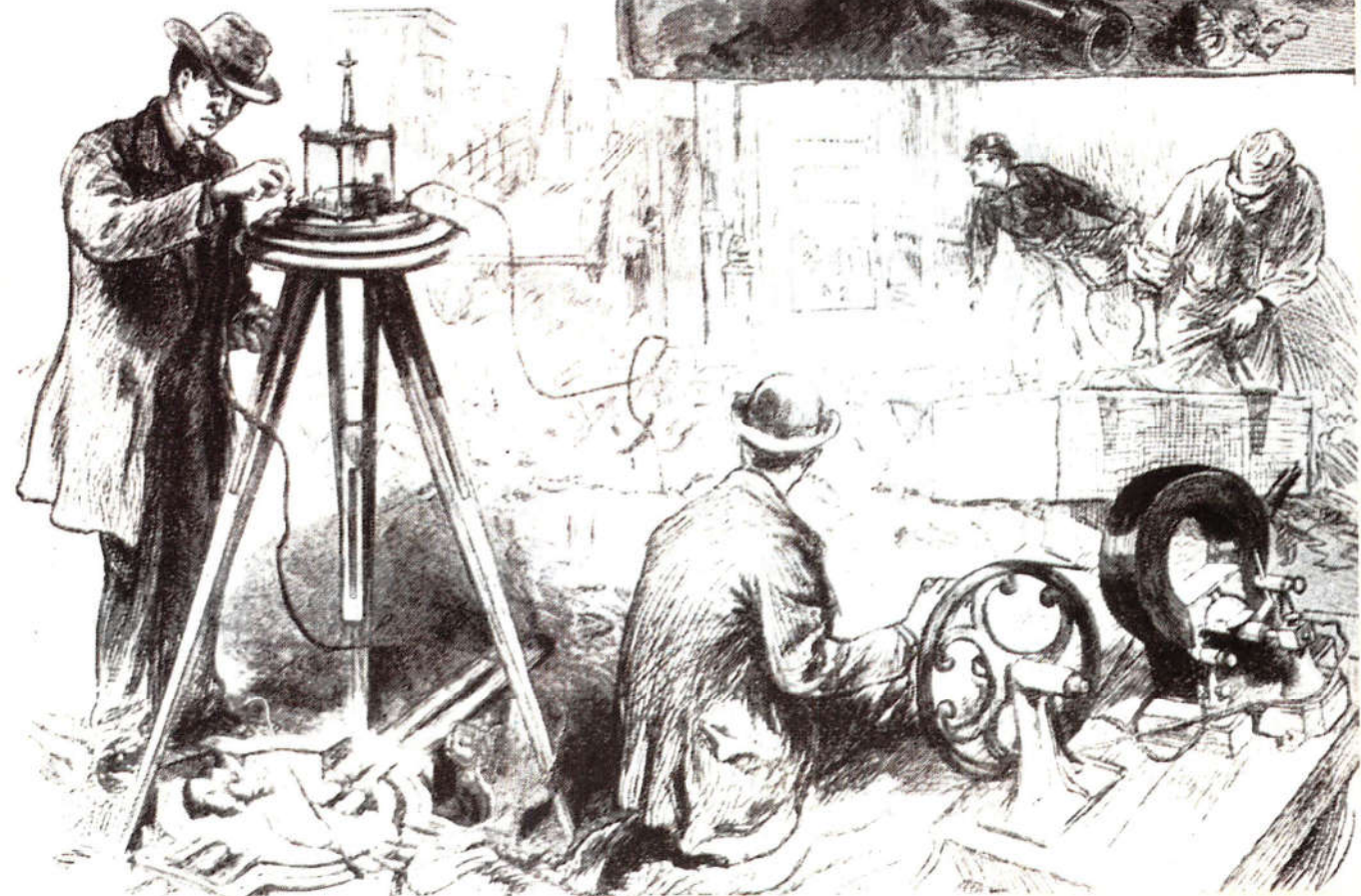
Pearl Street a-t-il bien fonctionné entre le mois de septembre 1882, date de sa mise en service partielle, et le 2 janvier 1890, quand les locaux de la station sont ravagés par un incendie ? Le succès technique de l'entreprise est difficilement contestable. Le nombre de lampes reliées au réseau croît rapidement. A la fin de 1882, 231 clients, soit 3400 lampes, reçoivent l'électricité produite par Pearl Street. Un an plus tard, Pearl Street alimente plus de 10 000 lampes, soit le chiffre retenu dans les calculs techniques et économiques menés en 1880. L'inauguration de la station n'interrompt pas le travail de recherche et d'innovation des ingénieurs. Mais l'Edison Illuminating Company of New York doit désormais assurer le bon fonctionnement des installations construites. En particulier, les contraintes du réseau imposent une régulation permanente de la tension délivrée, potentiellement variable selon le nombre de clients qui allument leurs lampes. Un dispositif de correction permanente est donc imaginé : un surveillant contrôle l'évolution du voltage, grâce à des lampes de couleur qui enregistrent les baisses et les hausses de tension. Il corrige ensuite cette variation en modifiant la résistance du circuit qui produit le champ magnétique dans le générateur. L'histoire officielle de la station nous apprend qu'après les premiers réglages, pendant les huit années de son fonctionnement commercial, la station n'est tombée durablement en panne qu'une seule fois. Cependant, les déboires connus par la petite station berlinoise de Friedrichstrasse, construite sur le modèle de Menlo Park, laissent planer un doute sur cette excellente fiabilité. Le contrôle du courant délivré s'effectue « en amont », sur

le lieu de production et « en aval », chez les particuliers. Puisqu'il a désormais des clients qui ne possèdent pas leur propre installation, Edison doit mettre en place un dispositif de mesure dans chaque immeuble relié au réseau. Il installe donc des compteurs qui fonctionnent sur le principe de l'électrolyse : une fraction connue du courant est détournée vers le compteur, où des plaques de zinc pur sont plongées dans une solution de sulfate de zinc. La quantité de métal déposée permet alors de déterminer une consommation individuelle.

LES LIMITES DU MODÈLE NEW-YORKAIS

Nous avons déjà dit qu'Edison pouvait subir une concurrence sévère sur l'un ou l'autre des composants de son réseau électrique. En 1881, lors de l'Exposition internationale de l'électricité qui se tient à Paris, ses représentants, Charles Batchelor et Otto Moses, recherchent activement la sympathie d'une presse « partisane et mercenaire », selon l'historien Robert Fox. Une campagne de publicité favorable encourage les responsables de l'exposition à récompenser un système encore imparfait. Malgré l'habileté et la ruse d'Edison, des menaces existent, menaces qui se précisent au cours des années 1880. En effet, le système d'Edison, cohérent et fonctionnel, n'est pas la seule conception possible d'un réseau électrique. La construction de Pearl Street répond à un ensemble de contraintes techniques, géographiques et politiques particulières. S'appuyant sur les meilleures solutions techniques de la fin des années 1870, Edison conçoit un réseau adapté au marché qu'il visait, c'est-à-dire la distribution

En 1882, s'ouvre le grand chantier des travaux sous la direction personnelle d'Edison. Des tranchées sont creusées ; les câbles électriques sont testés, leur isolation vérifiée avant leur enfouissement.



DECOUVREZ LE PANORAMA

DE LA PRESSE SCIENTIFIQUE...

SCIENCE & VIE

Tous les mois, SCIENCE & VIE vous informe parfaitement sur les derniers développements de la recherche, dans tous les domaines scientifiques et techniques. SCIENCE & VIE, le magazine d'information scientifique de référence.



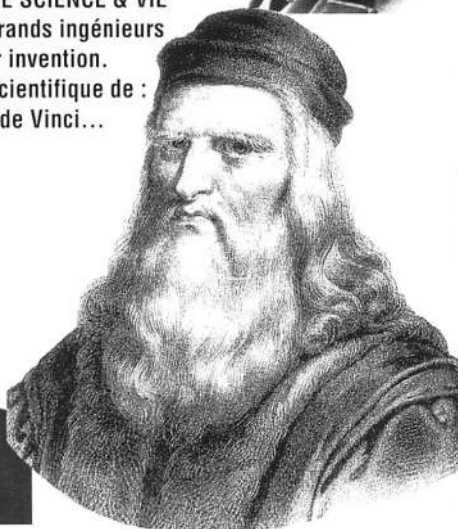
SCIENCE & VIE HORS SERIE

Tous les trois mois, LES HORS SERIE de SCIENCE & VIE traitent de façon exhaustive un grand sujet de notre temps. Chaque HORS SERIE fait le tour complet d'une question d'actualité scientifique.



LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE

Tous les deux mois, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE vous font vivre l'histoire des sciences comme on ne vous l'a jamais racontée. En 1996, LES CAHIERS DE SCIENCE & VIE vous font découvrir les grands ingénieurs et les temps forts de leur invention. Faites la connaissance scientifique de : Diesel, Edison, Léonard de Vinci...



ET ABONNEZ-VOUS DES AUJOURD'HUI A L'UNE DE CES DEUX FORMULES :

FORMULE N° 1

ABONNEMENT D' 1 AN AU PANORAMA DE LA SCIENCE

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS DE SCIENCE & VIE

349 F

seulement au lieu de 468 F *

FORMULE N° 2

ABONNEMENT D' 1 AN AU MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE

12 N°s de SCIENCE & VIE
6 N°s des CAHIERS DE SCIENCE & VIE
4 N°s HORS SERIE DE SCIENCE & VIE

405 F

seulement au lieu de 568 F *

BULLETIN D'ABONNEMENT A TARIF PRIVILEGIÉ

à compléter et à retourner avec votre règlement à l'ordre de SCIENCE & VIE sous enveloppe affranchie à : SCIENCE & VIE - Service Abonnements - 1, rue du Colonel Pierre Avia 75503 Paris cedex 15.

OUI je m'abonne pour un an et à tarif privilégié à la formule suivante que je coche ci-dessous :



FORMULE N°1 : PANORAMA DE LA SCIENCE (18 N°s)
349 F seulement au lieu de 468 F * / **119 F** d'économie



FORMULE N°2 : MAXI PANORAMA DE LA SCIENCE (22 N°s)
405 F seulement au lieu de 568 F * / **163 F** d'économie

Nom _____

Prénom _____

Adresse _____

Code postal _____ Ville _____

Conformément à la loi Informatique et Liberté du 06-01-1978, vous disposez d'un droit d'accès aux données personnelles vous concernant. Par notre intermédiaire, vous pouvez être amené à recevoir des propositions d'autres sociétés ou associations. Si vous ne le souhaitez pas, il vous suffit de nous écrire en nous indiquant vos nom, prénom, adresse et, si possible, votre référence client.

OFFRES VALABLES JUSQU'À FIN 1996 ET RESERVEES A LA FRANCE METROPOLITAINE, ETRANGER: NOUS CONSULTER Tel (33-1) 46 48 47 08
Vous pouvez aussi vous abonner par Minitel en tapant 3615 ABON

(*) Prix de vente normal chez votre marchand de journaux

PHOTOS: HESPERES

Premiers réseaux : continu ou alternatif

Le réseau de distribution de l'électricité doit être organisé pour réduire au maximum les pertes d'énergie dues au transport. Ainsi, selon la loi d'Ohm, une haute tension est préférable à une tension basse. Les usagers, en revanche, ne peuvent utiliser, sans danger, les courants de haut voltage. Il est donc nécessaire de les transformer. Pour changer de tension en courant continu, il fallait, au début du siècle, disposer d'une deuxième dynamo associée à un moteur électrique, lui-même alimenté par la première ; un processus très gourmand en énergie et en matériel ! Edison ne concevait donc pas l'idée d'un réseau unique de distribution à l'échelle de son pays. Son modèle était tiré des réseaux de distribution du gaz d'éclairage qu'il combattait avec force. L'éclairage au gaz, bien que dangereux et moins efficace, était bien implanté. Ses compagnies fabriquaient donc du matériel adapté aux installations déjà en place. Ainsi, les supports des ampoules pouvaient être fixés sur les tuyaux et les fils, passés par les conduites de gaz. En observant le fonctionnement de son premier réseau de Pearl Street, Edison comprit que les pertes dues au transport étaient le point noir de son système. Il s'attacha à les réduire en concevant un réseau de distribution à trois fils, un précurseur du triphasé moderne, toujours inspiré de la distribution du gaz. Il déposa un brevet en novembre 1882. Mais l'inventeur anglais John Hopkinson l'avait devancé de quatre mois. Le réseau à trois fils débutait par le couplage en série de deux dynamos. Un fil branché entre leurs collecteurs permettait un retour du courant : les appareils électriques étaient reliés à ce fil de retour et à l'un des deux pôles des deux génératrices. Le réseau était ainsi divisé en deux parties. L'énergie en excès sur l'une d'elles pouvait revenir aux générateurs et alimenter l'autre côté. Edison fit appliquer à Frank Sprague sa distribution à trois fils sur le réseau de la petite ville de Sunbury, en Pennsylvanie. Il économisa près de 60 % du cuivre nécessaire au câblage. Le réseau de Sunbury, inauguré en juillet 1883, était branché sur deux dynamos d'Edison en « L ». Elles étaient entraînées par des courroies reliées à une machine à vapeur à grande vitesse fabriquée par Armington & Sims. Les

dynamos de Sunbury alimentaient 650 lampes Edison de dix bougies chacune. En 1888, ce réseau passait à 1200 lampes pour une centaine d'abonnés. Vers la fin des années 1880, la compétition du courant alternatif se fit plus rude. Celui-ci pouvait couvrir des distances plus importantes et était compatible avec les lampes à arc ou les ampoules à incandescence d'Edison. La haute tension limitait les pertes dues au transport et les transformateurs permettaient d'adapter facilement le voltage des installations. En France, Deprez avait réussi, en 1885, à alimenter des appareils développant une puissance de 37 kilowatts, sur un réseau de 57 kilomètres : entre la centrale de Creil et la gare de La Chapelle à Paris. Sa ligne transportait un courant continu d'une tension de 6 300 volts. Un bond prodigieux est accompli en 1910 : une ligne à 60 000 volts en courant alternatif, est ouverte entre Grenoble et la centrale de Saint Chamond, soit 117 kilomètres. Westinghouse, champion du courant alternatif, obtint, de haute lutte, le marché de l'installation électrique des immenses chutes du Niagara. Il en fit la plus vaste centrale de production en courant alternatif de 1885, et conçut un « système universel de distribution de courant ». Cinq alternateurs, absorbant 5 000 chevaux chacun, alimentaient deux lignes à 2 200 volts en deux phases. La distribution locale en deux lignes biphasées, de 2 200 volts chacune, était transformée en courant continu à 550 volts pour alimenter les motrices de la ligne de chemin de fer de Niagara. Une dynamo entraînée par un moteur électrique à courant alternatif était nécessaire pour cette opération. Enfin, après transformation, du 220 volts monophasé servait pour l'éclairage local. Pour atteindre les usines électrochimiques distantes, un autre transformateur fournissait du courant triphasé à 11 000 volts et la ligne pouvait être enterrée. A l'arrivée, des transformateurs permettaient de redistribuer ce courant à des tensions adéquates. Le transport de l'électricité jusqu'à Buffalo était assuré par une ligne triphasée suspendue à des pylônes. Elle passait de 11 000 à 22 000 volts pour atteindre Toronto au Canada, en 1914. Ce type de réseau est encore en service aujourd'hui.

Claude Reyraud

d'électricité pour l'éclairage des particuliers, dans un district de forte densité urbaine.

Parfaitement adaptée aux pratiques de l'électricité à Manhattan, au début des années 1880, la station de Pearl Street peut-elle séduire d'autres centres urbains ? Plusieurs villes, aux Etats-Unis et en Europe (Londres, Berlin) développent des réseaux proches du modèle new-yorkais, avec des fortunes diverses. Mais cette diffusion rencontre vite un obstacle majeur : la distance entre le point de production et le point de consommation est sévèrement limitée par le choix technique d'Edison, le courant continu basse tension. Dès 1881, les expériences du

Français Lucien Gaulard et du Britannique John Gibbs attirent l'attention sur les vertus du courant alternatif. La production d'un courant alternatif haute tension permet le transport du courant à bon marché sur d'importantes distances, dans un réseau où des transformateurs convertissent la haute tension en courant de tension plus faible. Après son succès à l'Exposition de Turin, en 1884, le système de Gaulard et Gibbs est mis en service à Tours, en 1886. Deux systèmes concurrents apparaissent donc pour le raccordement des particuliers dans les villes. Dans le cas du petit réseau de Pearl Street, la solution technique « continu-basse tension » n'est pas

réduisant, même si l'énergie dissipée dans le circuit continu réduit les gains de l'opérateur du réseau. Edison est parfaitement conscient de cette « tare originelle » dans son système de distribution, si bien qu'il adopte, en 1883, un système de distribution à trois fils, afin de réduire le diamètre des conducteurs de cuivre, et donc d'abaisser le coût du transport. Mais sa marge de manœuvre est restreinte, car il ne peut revenir sur le choix initial du courant continu. La bataille des standards qui s'annonce prend un tournant décisif quand George Westinghouse, un industriel américain qui a fait fortune dans la construction de matériel ferroviaire, s'intéresse en

LES PREMIERES LUMIERES DE LA VILLE

1885 aux brevets de Gaulard et Gibbs sur les transformateurs. Il fait confiance à un jeune ingénieur, William Stanley, embauché dans un premier temps pour travailler sur le courant continu. Reprenant sans doute l'exemple d'Edison, ce dernier s'installe à l'écart des grandes villes, dans un petit bourg du Massachusetts, Great Barrington.

Depuis son laboratoire, il raccorde les commerçants, puis les habitants de Great Barrington à un réseau utilisant le courant alternatif. A partir de l'été 1886, Westinghouse est convaincu de l'avenir commercial du système alternatif, développé par Stanley.

Les années suivantes, la bataille des standards s'engage. Les méthodes employées par les protagonistes sont parfois féroces. Les conséquences des décharges électriques sur le corps humain sont connues depuis fort longtemps. Au milieu du XVIII^e siècle, l'abbé Nollet « électrisait » expérimentalement des chaînes de soldats à la cour de Versailles. A la recherche d'un mode d'exécution moins inhumain que la pendaison, les autorités de l'État de New York se tournent vers l'électricité. Des expériences menées sur des animaux révèlent l'efficacité du courant alternatif pour remplir cette besogne. Malgré l'opposition farouche de Westinghouse, son générateur de courant alternatif est détourné d'un usage domestique et devient le bras séculier de la justice. Adoptée le 1^{er} janvier 1889, la chaise électrique est utilisée en août 1890 pour une première exécution, assez laborieuse. Après avoir soutenu le projet auprès des autorités municipales, Edison et ses partisans développent leur propagande sur le thème des dangers mortels du courant alternatif domestique. Cette campagne d'opinion n'est qu'un épisode extrême dans une lutte technico-économique de grande ampleur. Mais elle nous per-



En 1889, la chaise électrique est adoptée comme mode d'exécution dans l'État de New York. La première exécution utilise un générateur à courant alternatif. Edison saute sur l'occasion pour dénoncer les dangers de ce type de courant : il est partisan du courant continu.

met de souligner la virulence des débats et la tactique défensive adoptée par Edison, soucieux de conserver les positions acquises dans une période de quasi-monopole.

Après quelques années d'affrontements, au début des années 1890, il est difficile de déclarer un vainqueur et un vaincu. Au cœur des grandes métropoles, Edison propose ses stations autonomes, mais la conquête de nouveaux marchés semble problématique pour le courant continu. Avant l'adoption définitive du courant alternatif, des systèmes hybrides fonctionnent donc pendant plusieurs années. A Chicago, un ingénieur issu d'une compagnie Edison, Samuel Insull, structure le réseau municipal, puis tente d'organiser la distribution d'électricité à l'échelle de toute la métropole du Middle West. Grâce à des convertisseurs, il raccorde le réseau du centre ville à celui des banlieues, alimentées en courant alternatif. Mais Insull ne s'arrête pas à la compatibilité des réseaux d'éclairage. La demande d'énergie électrique se diversifie tandis que les réseaux se construisent. Insull s'attachera à développer un réseau universel, capable de répondre

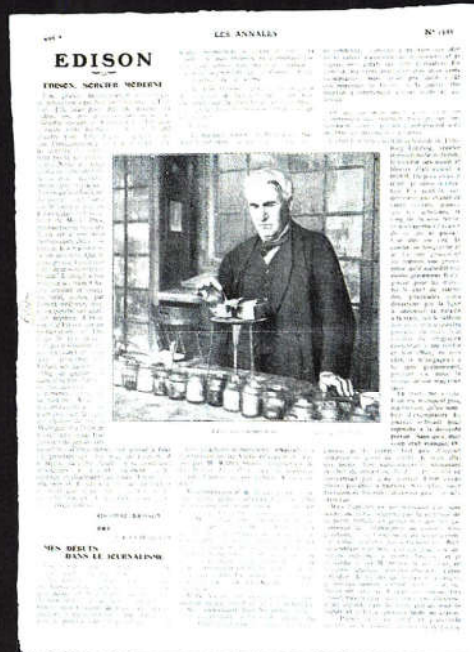
à des usages domestiques et industriels. Avec l'adoption progressive de standards, la gestion du réseau et les politiques tarifaires deviennent plus « pointues ». Il s'agit désormais d'optimiser un système plus stable dans sa configuration technique : une affaire de manager plus que d'inventeur-entrepreneur, sans doute.

En 1886, Thomas Edison quitte Menlo Park, affecté par la mort de sa femme sur le site en 1884, et vend ses participations dans les sociétés électriques qu'il a fondées. Quelques années plus tard, à l'occasion de sa fusion avec la société Thomson-Houston, l'Edison Electric Light Company, rebaptisée Edison General Company en 1889, perd le nom de son fondateur et devient la General Electric. La contribution d'Edison au développement des réseaux électriques urbains fut décisive. Sa plus grande réussite fut sans doute de coordonner l'ensemble des hommes qui ont œuvré à la réalisation d'une vision très personnelle de la distribution électrique. La construction de la station de Pearl Street nous dévoile comment Edison a conçu des systèmes techniques en menant une politique d'innovation inédite. ■

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Alain Beltran, *Les débuts du réseau électrique dans les villes : 1880-1920*, Bulletin d'histoire de l'électricité, n°7, juin 1986, p. 81-92.
- Alain Beltran, *La fée électricité*, Paris, Gallimard (Collection Découvertes), 1991.
- Thomas P. Hughes, *Networks of Power*, Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1983.
- Thomas P. Hughes, *Thomas Edison, Professional inventor*, London, Science Museum, 1976.
- André Millard, *Edison and the Business of Innovation*, Baltimore and London, The Johns Hopkins University Press, 1990.
- David E. Nye, *Electrifying America. Social meaning of a New Technology*, Cambridge (MA), MIT Press, 1990.
- *L'électricité dans l'histoire, Problèmes et méthodes*, Paris, PUF, 1985. Actes du colloque de l'Association pour l'histoire de l'électricité en France, Paris 11-13 octobre 1983.

MYTHOLOGIES



Dans une époque qui érige le progrès technique en valeur universelle, la figure d'Edison accède à une dimension surhumaine. **G**énie, sorcier, il est celui par lequel tout est possible, y compris le plus invraisemblable. Lui-même entretient subtilement sa légende par le biais d'innombrables journalistes, auprès desquels il sait tenir les propos qui plairont à l'opinion publique. **C**ette légende est mondiale.

Les multiples vis

Tour à tour savant, entrepreneur, bricoleur de génie, voire alchimiste... Edison enflamme l'imagination populaire qui l'élève au rang de « sorcier ». Ces facettes multiples, chargées de récits et de légendes, façonnent un personnage public auquel l'inventeur lui-même apporte la dernière touche.

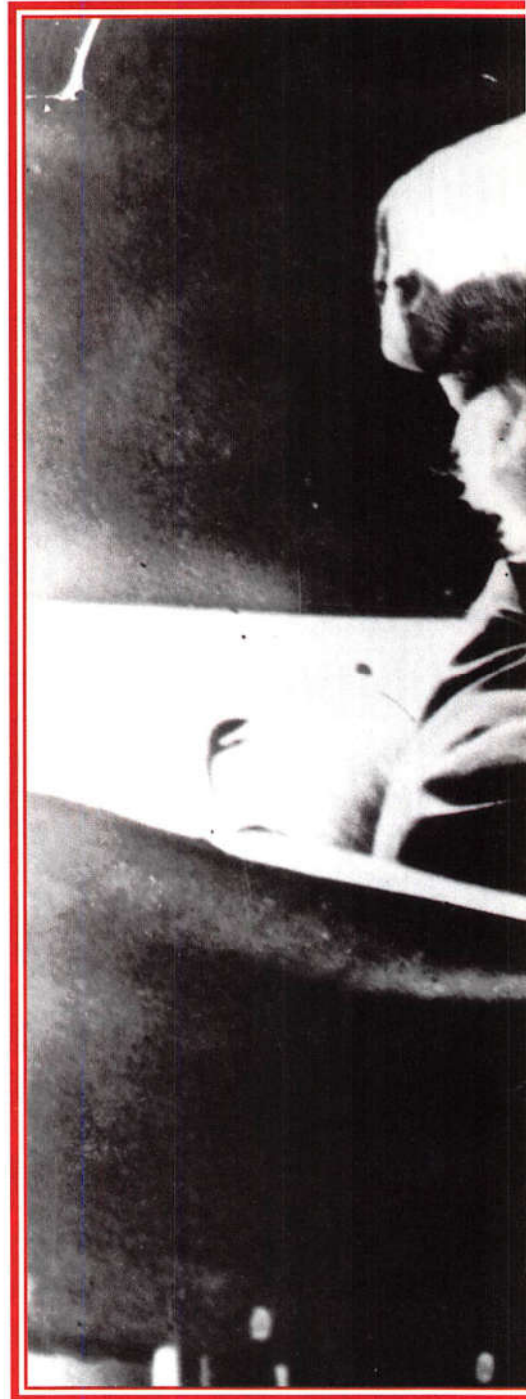
PAR DAVID NYE

Un homme célèbre a plusieurs visages. C'est particulièrement vrai d'Edison. Révélé au public dès sa jeunesse, il a vécu sous les feux de la rampe pendant plus d'un demi-siècle. Il devient universellement célèbre après l'invention du phonographe en 1877. De cette date, jusqu'à sa mort en 1931, une noria d'articles de magazines et de journaux lui sont consacrés.

La vie d'Edison avait de quoi faire naître de nombreux mythes. Au début de sa notoriété, en particulier, on donne de lui des images symboliques souvent contradictoires. Dès les premières années de sa carrière, on ne recense pas moins de huit portraits différents. Encore peu connu de la presse, il est décrit, à cette époque, comme un savant, voire un professeur. Des qualificatifs que, dans les années 1870, lui attribuent la plupart des journaux, y

compris le *New York World* et le *New York Sun*. En réalité, Edison n'a aucune formation universitaire, n'ayant jamais fréquenté le lycée, encore moins la faculté. Mais le mythe populaire est souvent éloigné des faits. Il obéit à une sorte de logique propre. Si un homme fait des inventions remarquables et travaille dans un laboratoire, il est nécessairement érudit ou savant.

Même s'il arrive que des scientifiques patentés ridiculisent ses idées, cela n'entache pas sa réputation. Hippolyte Fontaine, par exemple, refuse d'abord de croire qu'Edison soit capable de subdiviser le courant. Le savant anglais, William H. Preece, qui partage cette opinion, l'affirme : c'est théoriquement impossible. Dans son système d'éclairage, Edison y parvient pourtant réellement. Et bien que cette controverse scientifique passe au-dessus de la tête du citoyen ordinaire de 1880, l'indéniable succès de l'ampoule



à incandescence démontre qu'Edison a raison. Quelles que soient ses qualifications officielles, Edison semble de toute façon se situer au-dessus de la plupart des savants. Il est donc en partie logique de le présenter comme

ages d'un sorcier



UNDERWOOD & UNDERWOOD, N.Y. - KEYSTONE - ILLUSTRATION

l'égal d'un chercheur cultivé.

Une autre image d'Edison apparaît à la même époque : celle d'un alchimiste. *Le Harper's Weekly*, un magazine littéraire, le présente de la façon suivante : « L'ouvrier de minuit, doué de forces sur-

naturelles dont les manifestations mystérieuses ont donné aux hommes leur vision la plus étendue de la puissance des éléments. » Il est « l'alchimiste moderne qui trouve que la pierre philosophale est faite de carbone ». Allusion

à sa découverte que le carbone ferait un bon filament pour la lumière électrique. Dans cette veine, il apparaît comme une sorte de magicien qui, « d'un coup de baguette, change le plomb du savoir ordinaire en de nou-

LES MULTIPLES VISAGES D'UN SORCIER

velles applications précieuses comme de l'or pur ». Il ne fait pas de recherches comme tout le monde : il révèle la nature et explore des mondes mystérieux. Un journaliste du respecté *New York Herald* écrit avec le plus grand sérieux que des agents invisibles sont à ses ordres. Cet Edison-là a un crâne sur son bureau et lit des livres étranges aux personnages cabalistiques.

Une troisième image est beaucoup plus ordinaire : celle, bien sûr, du bricoleur. Là, Edison n'a ni grandes théories ni pratiques occultes. Il procède plutôt par tâtonnements. La plupart de ses expériences ont échoué, mais ces revers lui ont appris ce qu'il devait chercher. Edison devient ainsi la figure emblématique de l'homme pratique, qui ne cherche ni équations, ni formules ou théories, mais des résultats. C'est un glorieux artisan, un habile bricoleur. De nombreux Américains verront longtemps dans de tels inventeurs le citoyen idéal. Au Panthéon du pragmatisme, Edison voisine ainsi avec les Eli Whitney (inventeur de l'égreneuse de coton), Alexander Graham Bell (le téléphone), Cyrus McCormick (la moissonneuse mécanique) et les frères Wright (l'avion). Tout récemment, l'ouvrage de Newt Gingrich ⁽¹⁾, *Pour le renouveau de l'Amérique*, réinvestit cette représentation. Il fait l'éloge de l'individualisme, de l'esprit de libre entreprise, de l'esprit d'invention et de découverte. « Nous n'avons pas, écrit Gingrich, de système de caste, pas de revendication de classe, mais une mobilité professionnelle, sans barrière à l'entrée. » En cela l'Amérique, expliquait-il, diffère radicalement de l'Europe. A ses yeux, Edison, ou aujourd'hui Bill Gates, apparaissent comme des exemples de citoyens idéaux uniquement soucieux de résultats pratiques. Ce sont des hommes moins intéressés

par la science fondamentale que par celle de l'ingénieur, moins préoccupés par la théorie que par une diffusion démocratique d'améliorations utiles.

A l'étranger, le respect qu'on peut témoigner à Edison en tant que bricoleur pratique n'implique cependant pas qu'on porte un grand crédit à ses inventions. Il arrive d'ailleurs qu'on le décrive sous ces traits pour mieux mettre en valeur les réalisations de ses rivaux. Ceux qui refusent de voir en lui l'inventeur de l'éclairage électrique ne manquent pas. En Angleterre, la primeur de l'invention revient à Joseph Swan et St George Lane-Fox. Et jusqu'en 1952, c'est au premier que l'*Encyclopaedia Britannica* attribue le mérite d'avoir fait la première démonstration publique d'éclairage électrique. Dans le même esprit, certaines histoires scientifiques de l'électricité ne font que peu de cas d'Edison.

Edison fut-il un professeur, un érudit, un scientifique, un alchimiste ou un inventeur ? Comment le public a-t-il résolu ces contradictions ? Son personnage est manifestement multiple et pourtant entier. Pour le qualifier, une expression populaire se retrouve sans cesse dans la presse : le sorcier de Menlo Park. Ce sorcier possède des capacités d'observation presque surnaturelles, une énergie surhumaine dans la poursuite de ses objectifs, une intuition remarquable des secrets de la nature, et une rapidité dans la compréhension de n'importe quelle vérité scientifique dont il a besoin.

Dès 1880, Edison semble déjà échapper à toute définition. Il devient un immense personnage public, précisément parce qu'on lui prête le pouvoir d'occuper une place crédible dans un très grand nombre d'histoires différentes. Les journaux en rapportent des plus fantaisistes avec le plus grand sérieux : qu'il tente de communiquer avec les morts, ou qu'il a inventé une chemise faite de plusieurs couches de papier qu'on peut enlever une à une, jour après jour. A l'occasion d'un 1^{er}

avril, le *New York Daily Graphic* écrit, en guise de traditionnel poisson, qu'Edison a inventé une machine pouvant produire des biscuits, de la viande, des légumes et du vin, avec de l'air, de l'eau, et de la terre ordinaire. Toute la presse du pays reprend l'histoire sans se poser de questions. Quant au public, il ne semble pas se lasser de ces récits extravagants. Edison est au-delà du normal. Il figure au centre d'un système global de foi dans le progrès de la science et des inventions.

A la même époque, d'autres récits mettent l'accent sur sa richesse. De toutes ces histoires, la plus commune est celle du jeune provincial pauvre qui est venu à la ville et y a réussi. A la fin du 19^e siècle, on doit à Horatio Alger, un célèbre auteur populaire, la version américaine de ce conte. Ses romans sont destinés aux adolescents et racontent toujours la même histoire : celle d'un jeune homme pauvre doué de hautes qualités morales, qui quitte sa campagne natale pour affronter les tentations de la ville, et gravit rapidement les marches du succès, à force de courage, de chance et de travail acharné. Edison apparaît comme le type même de ce héros. N'a-t-il pas quitté sa maison à 12 ans pour devenir opérateur télégraphiste itinérant, tout en continuant à se mêler d'invention ? Une intelligence innée des machines lui permet de gagner rapidement le respect de ses collègues du télégraphe. Presque sans le sou, mais riche de talent – poursuit l'histoire – il arrive à New York et cherche du travail le Vendredi Noir, jour où le marché financier s'affole sur le prix de l'or. A la corbeille, la quantité d'échanges est telle que la machine qui enregistre les cours tombe en panne. Les commissionnaires envahissent le bureau pour tenter de connaître la valeur de l'or, mais les employés de la compagnie ne savent pas réparer la machine. Entre alors dans la pièce le

¹ – Newt Gingrich, *Pour le renouveau de l'Amérique*, New York, Harper Collins, 1994, pp. 41-43. Dans la même page, Gingrich cite Bill Gates, Steve Jobs, Edison, Ford. P. 44, il mentionne le plus vieux panthéon de Fulton, Whitney, Morse et des frères Wright.

héros de Horatio Alger, Edison. Quelques réglages rapides et voilà que tout repart. Le directeur reconnaissant offre à Edison un emploi et une bonne paye.

Cette histoire, publiée pour la première fois en 1879, va devenir un standard dans la biographie d'Edison. En réalité, Edison n'est arrivé à New York que plusieurs mois après le Vendredi Noir. Mais qu'importe ! Car, au plan du mythe, associer Edison à l'or est parfaitement approprié. Dans l'imagination du public, n'est-il pas l'homme dont les actes sont capables de générer d'immenses richesses ? Il occupe le centre nerveux des affaires américaines, inventant des télégraphes plus performants, des téléphones, des phonographes, des microphones et des lampes électriques. Ses créations accélèrent la diffusion des informations et, dans la foulée, génèrent d'immenses profits.

Cette association à l'argent se développe toutefois dans une autre mythologie de l'époque, celle du baron voleur, du capitaliste sans scrupules, dont l'intérêt se limite au profit. Pendant les années 1870, Edison travaille pour des hommes parmi les plus connus de Wall Street, dont Jay Gould, un financier qui manipule les compagnies de télégraphe et de chemins de fer avec assez peu de soucis apparents pour le bien public. Gould l'a engagé pour améliorer le télégraphe afin de faire passer par le même fil plusieurs messages simultanés. Plus tard, Edison s'associe à J.P. Morgan et à d'autres investisseurs qui l'aident à financer l'invention de l'ampoule à incandescence. Pour les populistes, le bon jeune homme du Middle West tend ainsi de plus en plus à s'effacer derrière le complice des capitalistes. De surcroît, en faisant des déclarations spectaculaires et prématurées sur les progrès de ses travaux concernant l'éclairage électrique, il alimente cette vision des choses : ses déclarations font brutalement chuter le cours des

actions gazières, tout en donnant à beaucoup l'envie d'investir dans son entreprise. Le *Saturday Review* en tire une conclusion : bien loin d'avoir l'intention d'inventer une lampe pratique, Edison ne cherche qu'à tirer profit des fluctuations de la croyance qu'on met dans ses capacités à la créer. Cette revue ne voit aucune raison que, dans les vingt années à venir, Edison ne résolve pas, deux fois par an, le problème de la lumière électrique !

Edison en vient ainsi à cumuler deux personnages : d'une part, le héros d'Horatio Alger – le paysan pauvre



Alchimiste ? Sorcier ? On célèbre le génie qui utilise les forces de l'électricité pour le bonheur de l'humanité...

parti chercher du travail – d'autre part, le cynique initié des marchés financiers qui trompe le public. Dès le début des années 1880, certains doutent désormais publiquement de sa capacité à transformer des inventions en succès commerciaux. En 1884, un journaliste écrit que plusieurs échecs ont contribué à ruiner sa popularité : celui du phonographe ; ensuite, celui de l'utilisation de la lumière électrique, à



Les habitants de Fort Myers (Floride) organisent une parade en l'honneur d'Edison, à l'occasion de son 82^e anniversaire.

la place du gaz, dans les habitations ; enfin, ses histoires avec le téléphone dont ses concurrents se voient attribuer les honneurs de la découverte. Un grand inventeur peut échouer dans les affaires, et en fin de compte, durant la difficile période de l'installation des premières compagnies d'éclairage, le succès d'Edison n'est pas garanti.

Avec le temps, ces images vont pourtant bientôt céder la place à un mythe grand public plus convaincant : Edison entrepreneur. Car il n'est pas seulement l'inventeur de nouvelles machines pour améliorer la vie des autres. Il fonde aussi des entreprises industrielles qui produisent des ampoules, des phonographes, des disques, des films, des piles, des produits chimiques et autres, y compris du ciment. Son nouveau laboratoire, construit à West Orange à la fin des années 1880, finit par être entouré d'usines. C'est peut-être là sa plus importante invention : le grand complexe privé de recherche et de développement. Au XX^e siècle, ces « usines à inventer » deviendront la caractéristique des grandes sociétés.

Pour le reste de sa vie, Edison devient le grand personnage de West Orange. Les journalistes, en quête d'informations, lui rendent souvent visite. Comme, en tant que télégraphiste, il a passé la majeure partie de sa jeunesse à transmettre des articles de journaux, il sait exactement ce qui attire l'attention et il est très à l'aise avec les journalistes. On peut dire qu'il les a aidés à façonner son propre mythe, un mythe associant de plus en plus le héros de Alger, le sorcier et



Devant l'objectif du photographe, l'inventeur consigne dans son « carnet d'expériences » sa dernière recherche : la synthèse du caoutchouc.

LES MULTIPLES VISAGES D'UN SORCIER

l'entrepreneur. On sait qu'Edison a lui-même assisté pas moins de quatre biographes dont les travaux ont été publiés entre 1894 et 1934. Ces ouvrages, et plus particulièrement les deux imposants volumes de William H. Meadowcroft, publiés en 1929, ont créé un personnage idéalisé, ne révélant que très peu l'homme intime. De cette façon, Edison a inscrit, dans les annales, sa propre version de sa vie.

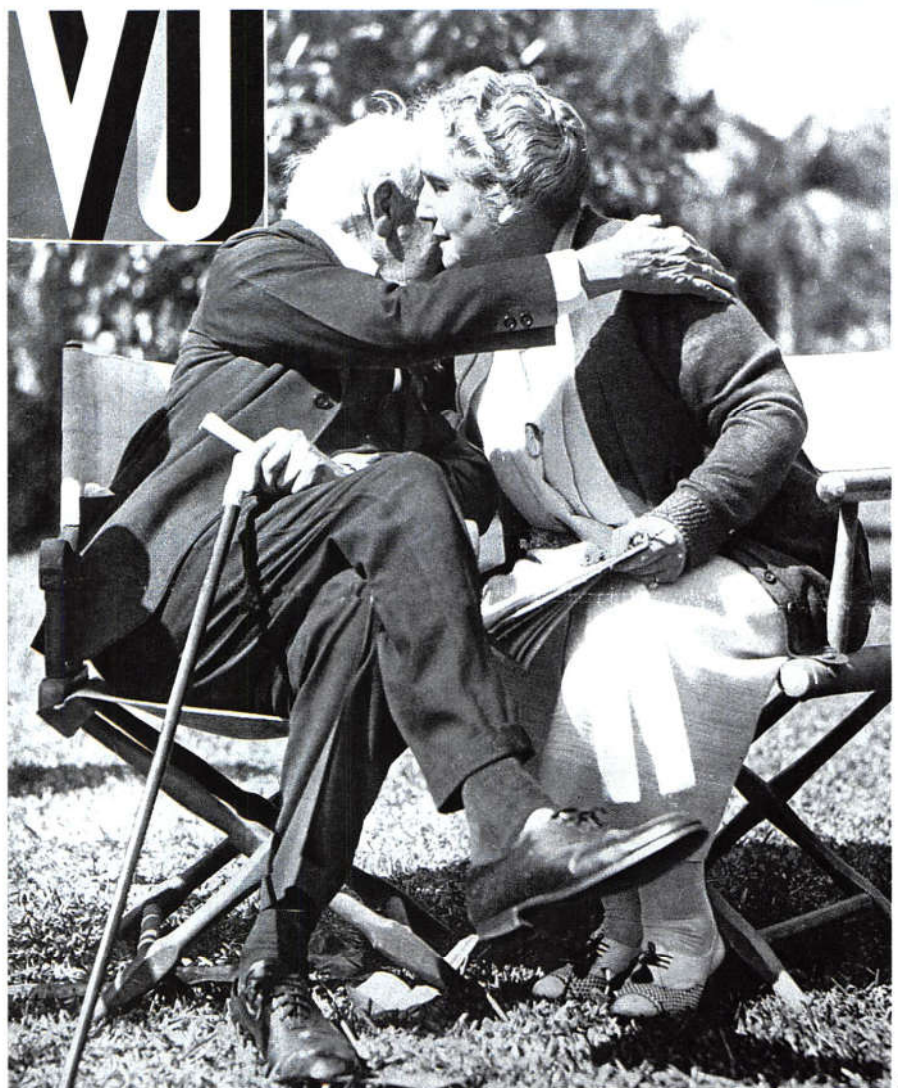
Avec la création de la General Electric, Edison a perdu le contrôle de ses industries électriques. C'est pourquoi, dans les quarante dernières années de sa vie, nul ne lui tient rigueur des difficultés qu'il rencontre avec les entreprises locales de distribution. Il n'a plus aucun lien avec l'industrie électrique. A West Orange, il construit des phonographes perfectionnés, crée son studio de films et travaille sur un nombre incroyable de projets, des rayons X au caoutchouc. Bientôt, son image finit par dépasser ses inventions. Il devient l'idéal type de l'Inventeur, de celui qui explore l'inconnu à la recherche de résultats pratiques. « *Le génie, fait-il remarquer prosaïquement, c'est 1 % d'inspiration et 99 % de transpiration.* » Le grand public voit aussi en lui une incarnation de l'éthique protestante du travail. Il passe souvent toute une semaine dans son laboratoire, ne dormant que quelques heures d'affilée. A bien des égards, c'est à cette image bon enfant du travailleur autodidacte du Middle West qu'il doit l'affection des foules. En vérité, lui-même est un homme très singulier. Sa mémoire est prodigieuse, et il sait à merveille intégrer des lectures les plus éclectiques. Peu ont sa résistance au travail. Son ouïe déjà faible, et baissant encore à la fin de sa vie, l'isole de ce qui l'entoure. Mais il ne se plaint pas et affirme que la surdité a ses avantages : il travaille mieux dans le silence.

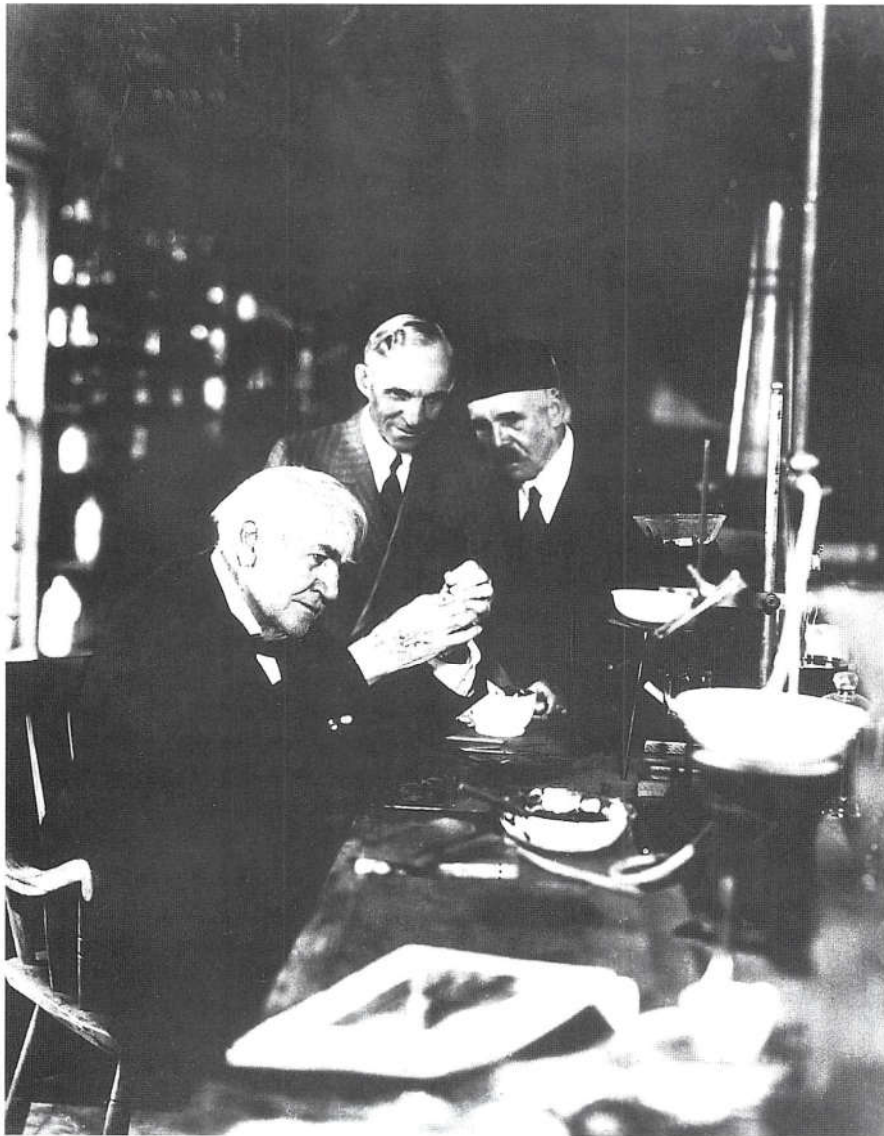
En 1904, l'ampoule à incandescence

a 25 ans ; son inventeur, 57. Pour fêter l'événement, on organise un gigantesque banquet au Waldorf Astoria à New York. Les tables sont disposées pour former un immense E. Des milliers de lampes sont accrochées dans la grande salle où sont exposés des modèles en sucre de ses inventions. Pour le dessert, les glaces ont la forme d'ampoules électriques. Pendant des heures, on fête Edison jusqu'à la flagornerie. Les discours ne redoutent pas l'emphase : « *Le génie, notre camarade,*

Une perte d'audition importante affecte les derniers jours de l'inventeur, qui déclare y trouver un avantage : il travaille mieux dans le silence.

qui a pris cette petite ampoule de cristal dans ses mains prométhéennes, et avec elle, a aidé à fournir au monde une nouvelle et éclatante lumière. » Ce banquet fait naître un nouveau rituel : chaque année la presse va célébrer son anniversaire. Le jour venu, une foule de journalistes se précipite autour de l'inventeur toujours en plein travail, ce qui donne des titres du genre : « *Anniversaire d'Edison, un jour de travail comme un autre* », ou « *Edison, 73 ans, travaillera toute la journée* ». Les journalistes aiment à le rencontrer. Il leur parle de tout : du crime, des impôts, de la vie après la mort, de l'immoralité de l'époque du jazz, de la politique. Il encourage la prohibition, condamne le





En octobre 1929, l'Amérique fête le Jubilé d'Or de la Lampe. Dans son laboratoire reconstitué pour l'occasion à Detroit, Edison refait les gestes qui l'ont conduit à l'ampoule électrique. Au centre, et ci-dessous, à gauche, le complice et ami, Henry Ford.

Bolchevisme, soutient l'occupation française de la Ruhr, et attaque le Ku Klux Klan. Dans les dernières interviews qu'il donne à l'occasion de ses anniversaires, ces sujets populaires prennent le pas sur ses inventions. Il est devenu un oracle, dispensant la sagesse sur n'importe quoi, sans jamais faire preuve de doute ou d'hésitation.

La cérémonie nationale, tenue exactement cinquante ans après l'invention de la lampe électrique, est sa plus importante collaboration à la création de son propre mythe. Pour marquer la date du 21 octobre 1929, un timbre est édité en son honneur. On avait d'abord vu dans cette cérémonie l'occasion d'une action de relations publiques pour promouvoir les compagnies d'électricité. Mais Henry Ford, admirateur d'Edison depuis toujours, reprend l'affaire en main. Cinq cents personnalités sont conviées à célébrer le Jubilé d'Or de la Lampe. Parmi elles, Madame Curie, Orville Wright, John D. Rockefeller, George Eastman, et le président des Etats-Unis, Herbert Hoover. La cérémonie sera retransmise par radio au-delà des frontières, ce qui est une première. La journée commence par un court voyage à bord du train qui reliait autrefois la maison d'enfance d'Edison, de Port Huron à Détroit. Ford, qui a racheté la locomotive et les wagons, les a fait transporter sur de nouvelles voies, près de son usine de River Rouge. Là, il a également fait installer des bâtiments historiques comme le Laboratoire de Menlo Park, le magasin de bicyclettes des frères Wright et un

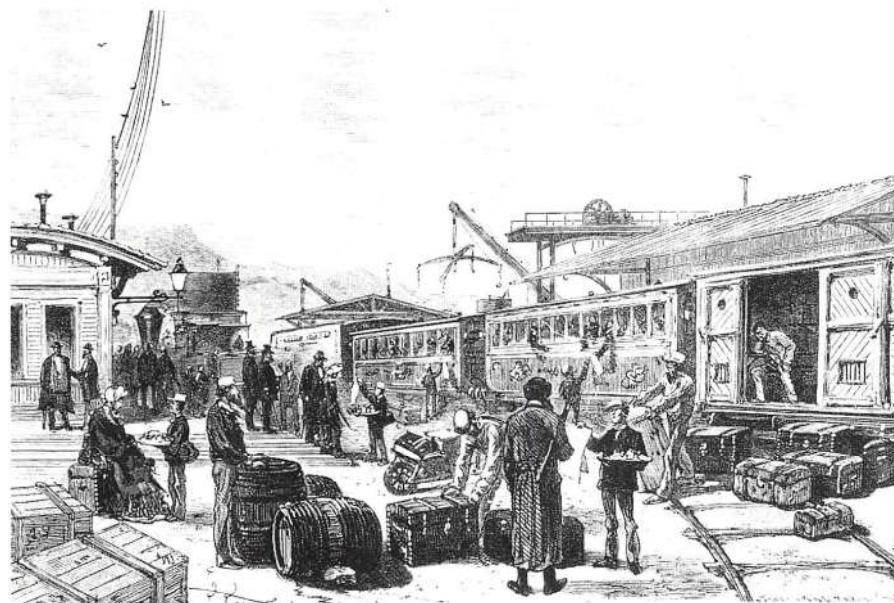


LES MULTIPLES VISAGES D'UN SORCIER

tribunal où Abraham Lincoln exerça le droit. Cet ensemble de bâtiments deviendra le musée de Greenfield Village. C'est dans ce train qu'Edison avait commencé sa carrière en vendant aux passagers des fruits, des magazines, et une petite feuille qu'il imprimait à bord. En 1929, il rejoue son rôle devant l'illustre assistance. Le soir, au banquet, le Président reprend explicitement dans son discours la thématique du héros d'Horatio Alger, ce que la scène du train ne faisait que suggérer : par son propre génie et ses efforts, après des débuts modestes, il a atteint l'élite. Si Edison a pu monter jusqu'au sommet de la société, alors d'autres le peuvent aussi. Hoover insiste : « *La vie d'Edison témoigne avec confiance à tous les jeunes de ce pays que la porte de la chance reste toujours ouverte.* »

Point d'orgue du Jubilé d'Or, Edison refait les gestes de la fabrication de la première ampoule. La démonstration n'a pas lieu dans la grande salle, mais dans la réplique de son ancien laboratoire, construite tout près. Ford l'a

Qui ne connaît cette image des débuts modestes d'Edison ? Un adolescent de 12 ans gagne sa vie à bord d'un train, en vendant fruits et magazines...



trouvé en ruines, transporté à Détroit, et a engagé l'ancien assistant d'Edison, Francis Jehl, pour qu'il le remette dans son état de 1879. Ford a même insisté pour que de la terre rouge du New Jersey, transportée par wagons, soit répandue autour du bâtiment. Edison monte au deuxième étage. Il est accompagné de Ford, Hoover, et de quelques autres personnalités. Francis Jehl l'assiste pour placer un filament de coton carbonisé à l'intérieur d'une ampoule de verre, faire le vide et allumer. A l'instant où cela se produit, l'événement est annoncé à la radio, et Edison dit : « *Que la lumière soit* ». Le triomphe de l'électricité est salué dans tous les Etats-Unis par des feux d'artifice, des volées de cloches et de spectaculaires illuminations. Edison est un héros national, le Prométhée de l'âge électrique.

Durant sa longue vie, il est honoré à maintes reprises : médailles, prix, distinctions honorifiques. La France est l'une des premières à le saluer en lui remettant la Légion d'Honneur en 1879. Sa renommée croissante lui vaut des hommages semblables en Italie, en Grande-Bretagne et en Allemagne. Après sa mort, il continue d'inspirer des biographes et des réalisateurs de documentaires. En dépit de l'impo-



Edison incarne pour le public la foi dans un monde de progrès et d'inventions.

sante masse d'archives qu'il a laissée derrière lui, donnant des visions plus fouillées de l'homme, l'image publique d'Edison est restée sensiblement la même. Il incarne toujours le succès personnel, le petit garçon peu instruit devenu un inventeur connu dans le monde entier. Il semble toujours combiner le rêveur et l'industriel, le scientifique et le bricoleur. Si un universitaire ordinaire avait inventé la lampe électrique, on l'aurait peut-être oublié. Pas Edison. D'une part, parce qu'il a tant inventé, et d'autre part, parce qu'il représente tant de mythes différents et de valeurs sociales. Son image publique, qu'il a contribué à façonner, cristallise les tensions culturelles dominantes de son temps : entre la science et la technique, la méthode et la magie, la grande entreprise capitaliste et l'individualisme, le monde électrifié qu'il a aidé à créer et le monde rural dont il est issu. Le sorcier de Menlo Park incarne à lui seul les thèmes dominants de son époque. ■

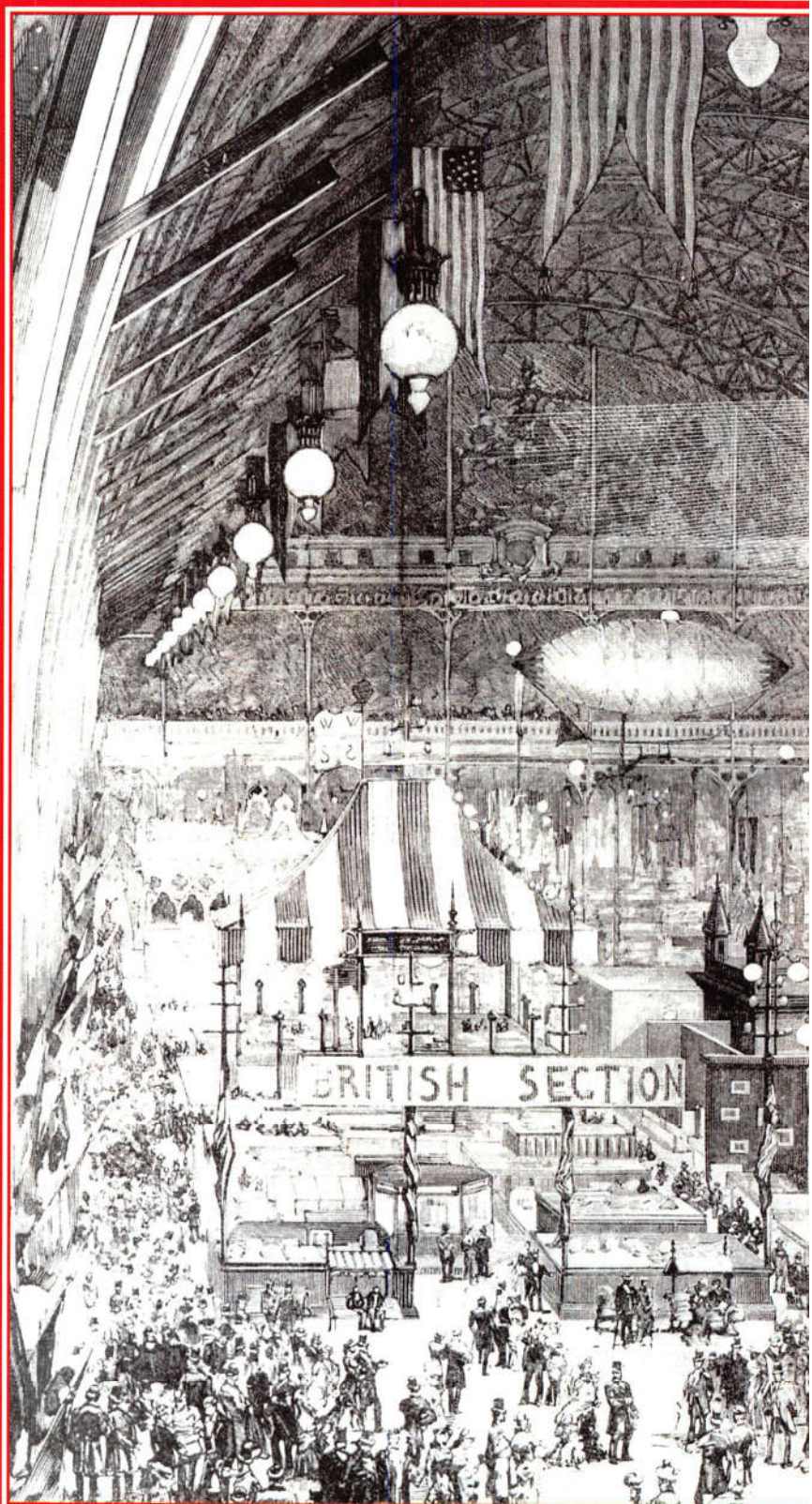
Edison et la France

Les relations entre Edison et la France sont faites de fascination réciproque... et de quelques malentendus. Leur histoire remonte à 1881, année de l'Exposition internationale d'électricité à Paris...

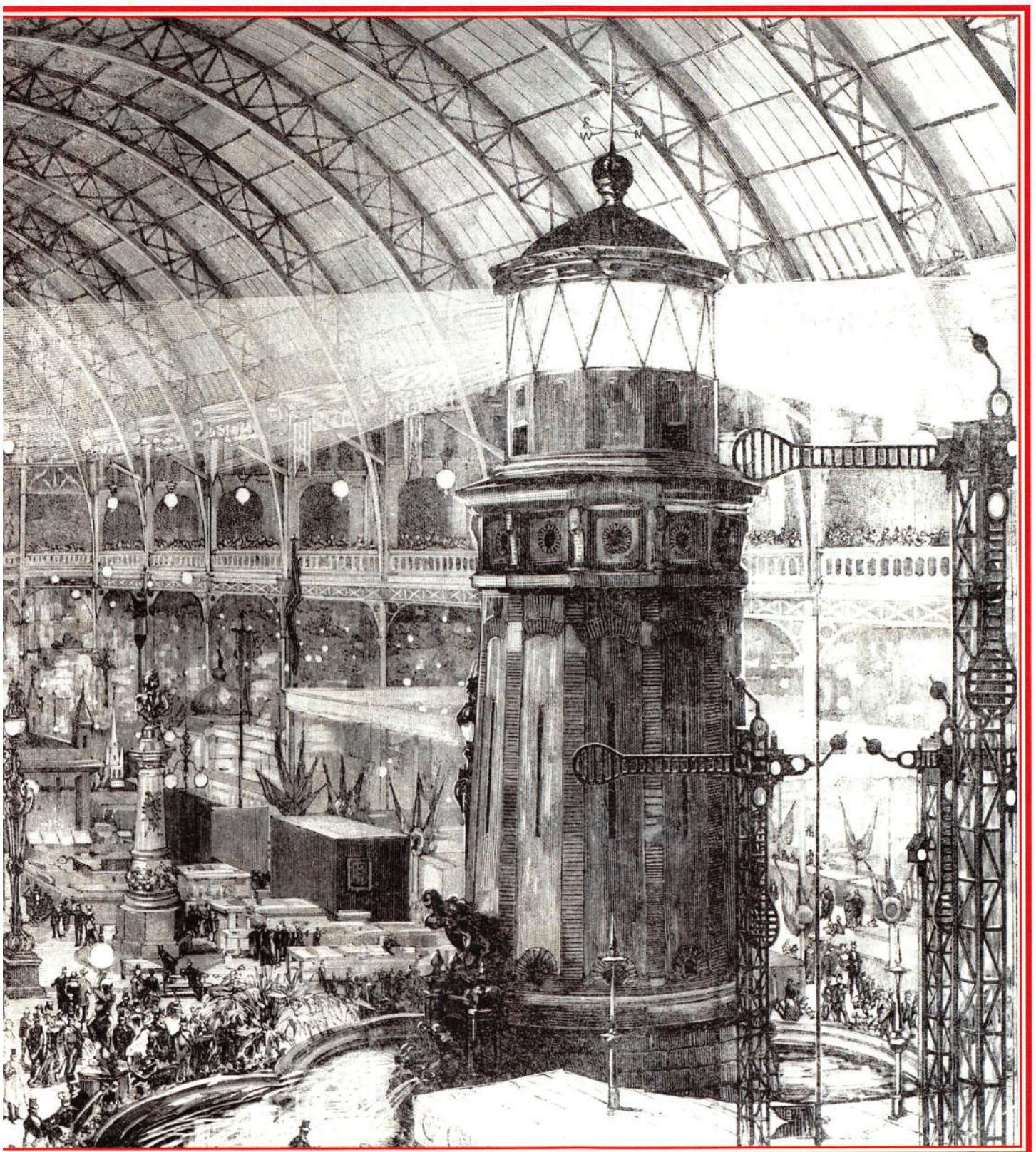
Par Alain Beltran

En 1892, la rumeur court dans un certain nombre de journaux parisiens : dans son laboratoire de Menlo Park, le célèbre Edison préparerait, à la demande de l'Empereur d'Allemagne, une machine de guerre formidable. Elle serait capable de détruire en quelques heures la plus grande ville, « à cinquante kilomètres de distance, et des corps d'armées entières ». Le bruit est tel qu'Edison doit lui-même se manifester pour couper les ailes à ces rumeurs : « *Toutes les assertions que vous me citez concernant les articles que vous m'indiquez sont absolument fausses. Je serais certainement la dernière personne au monde qui voulut prêter le moindre secours aux ennemis de la République Française* ⁽¹⁾... ».

1 - Une lettre d'Edison, *La Revue Socialiste* juillet 1892, page 87 cité par A. Beltran et P. Carré, *La fée et la servante*, Paris, Belin, page 145.



e, regards croisés



L'anecdote est révélatrice à double titre. D'une part, elle souligne combien l'électricité pouvait être source de mythes, de peurs et d'espoirs. D'autre part, *La Revue Socialiste* permet de saisir au travers de cette anecdote combien le personnage d'Edison touchait à la fiction, à l'extraordinaire. On se proposera ici de s'intéresser au regard de la France sur le célèbre inventeur mais aussi de ce dernier sur ce pays qui l'a attiré mais aussi largement déçu. Nous concentrerons cet aperçu sur les années 1880/1890 et sur l'œuvre électrique du « génie de Menlo Park ».

L'INVENTEUR PAR EXCELLENCE

Les Français ont des sentiments complexes envers les Américains à la fin du XIX^e siècle. Certes, on leur reconnaissait un génie inventif tout à fait exceptionnel et le sens des réalisations ambitieuses mais, en même temps, les Français étaient atterrés par le manque de prudence et de sécurité de leurs grands travaux. Les catastrophes de chemins de fer outre-Atlantique faisaient frissonner les ingénieurs français. L'industrie américaine parut marquée par l'à-peu-près, l'absence de souci sécuritaire. Les résultats étaient spectaculaires, trop spectaculaires peut-être. Dans le domaine électrique, les réalisations américaines portaient au doute. Ainsi, le récit des accidents électriques dans les rues de New York et la description de la ville des bords de l'Hudson noyée sous des kilomètres de fils aériens, qui mettaient en danger à chaque moment la vie des habitants, peut se rencontrer dans *La Nature*. Sous le titre « *Brûlé vif par l'électricité* », on lit ces quelques lignes du billettiste René de Saussure : « *Depuis dix-huit mois, huit citoyens de New York ont été tués par les fils de télégraphe qui s'étaient rompus, dix-sept autres ont été blessés grièvement de la même manière. [...] Il ne faut pas croire que les employés du télégraphe soient seuls menacés d'une mort pareille. Plusieurs*

passants ont déjà été foudroyés par des fils qui, rompus ou coupés, sont tombés à terre et les ont atteints. Il est grand temps que le maire de New York change cet état de choses et cela lui est d'autant plus facile qu'il a la loi pour lui car, depuis plusieurs mois déjà, il existe une ordonnance qui enjoint de faire passer tous les fils sous terre. Il faudra malheureusement encore beaucoup de temps pour en arriver là, car la transformation étant coûteuse rencontre de l'opposition. (2) »

En bref, l'usine américaine, l'invention américaine, n'étaient pas synonymes de rigueur. Le terme *yankee* accolé aux réalisations nord-américaines s'avérait en général péjoratif. Un exemple peut être pris dans la capitale française où les premières usines productrices d'électricité avaient réintroduit la pollution au cœur des villes. Le 14 juin 1890, une question fut posée officiellement au préfet de police Charles Laurent à propos de l'usine électrique du faubourg Montmartre qui appartenait à la société Edison. Le danger pour les populations avoisinantes lié à l'existence d'une usine faisant emploi de « *forces indisciplinées et considérables* » était dénoncé. Les conseillers municipaux du quartier rappelaient que « *le coup de tonnerre le plus violent, celui qui est capable de détruire les paratonnerres les plus solides, est le résultat d'une force électrique que la science a évaluée à 9000 ampères environ ; eh bien ! pour alimenter une seule lampe Edison pendant une heure, une égale quantité d'électricité est indispensable* (3) ». ... Enfin, le 8 rue du faubourg Montmartre – où se trouvait l'usine Edison – lui était loué par l'Assistance publique : « *Le seul fait de la location à la compagnie Edison d'un rez-de-chaussée où se trouve installée une usine menée un peu à la yankee prive les pauvres d'une recette considérable à laquelle ils ont droit* (4) ». Ici, on pourrait traduire *yankee* par « attitude désinvolte ».

Dans ce contexte, il n'est pas éton-

nant que même les inventions décisives d'Edison aient rencontré un certain scepticisme. Les concurrents d'Edison, sans compter la forte corporation gazière, ne se privaient pas de souffler le froid sur les inventions décisives annoncées au loin. La question de la divisibilité de la lumière électrique semblait résolue avec la mise au point, par Thomas A. Edison, de la lampe à incandescence, mais surtout de tout un système cohérent et compétitif de distribution d'énergie. Mais tant d'inventions avaient déjà annoncé la résolution du problème, que l'idée qu'on pût diviser la lumière électrique a paru utopique. On pourrait citer la réaction très symptomatique d'un responsable de la voirie de Londres, traduite rapidement et diffusée dans la presse gazière française : « *Le champ dans lequel M. Edison travaille actuellement est tout nouveau pour lui, vu que la science de l'électricité magnétique et dynamique est bien différente de celle de la télégraphie ou de l'électromagnétisme. La subdivision de la lumière touche à des problèmes bien plus difficiles à résoudre qu'aucun de ceux contenus dans les inventions ou les perfectionnements dus à M. Edison. Comme M. Edison s'en tient au système d'incandescence, il trouvera dans cette voie des difficultés innombrables. Dans des expériences faites récemment par M. Fontaine à Paris, on a trouvé qu'une forte batterie de 48 éléments produisait dans une seule lampe une lumière par incandescence égale à quarante becs de gaz ; mais quand le même courant était employé dans deux lampes, la lumière de chacune n'avait qu'une force de trois à cinq becs ; et lorsque ce courant était divisé entre trois lampes, on n'obtenait plus qu'une force d'un quart de bec dans chacune ; une plus grande division de la*

2 – René de Saussure, *Brûlé vif par l'électricité*, *La Nature*, 1889, page 366.

3 – On peut rester sceptique sur l'exactitude de cette comparaison d'un plan strictement scientifique mais on constate les terreurs et associations d'idées que l'électricité suscitait encore en 1890.

4 – Bulletin municipal, 14 juin 1890, page 1425.

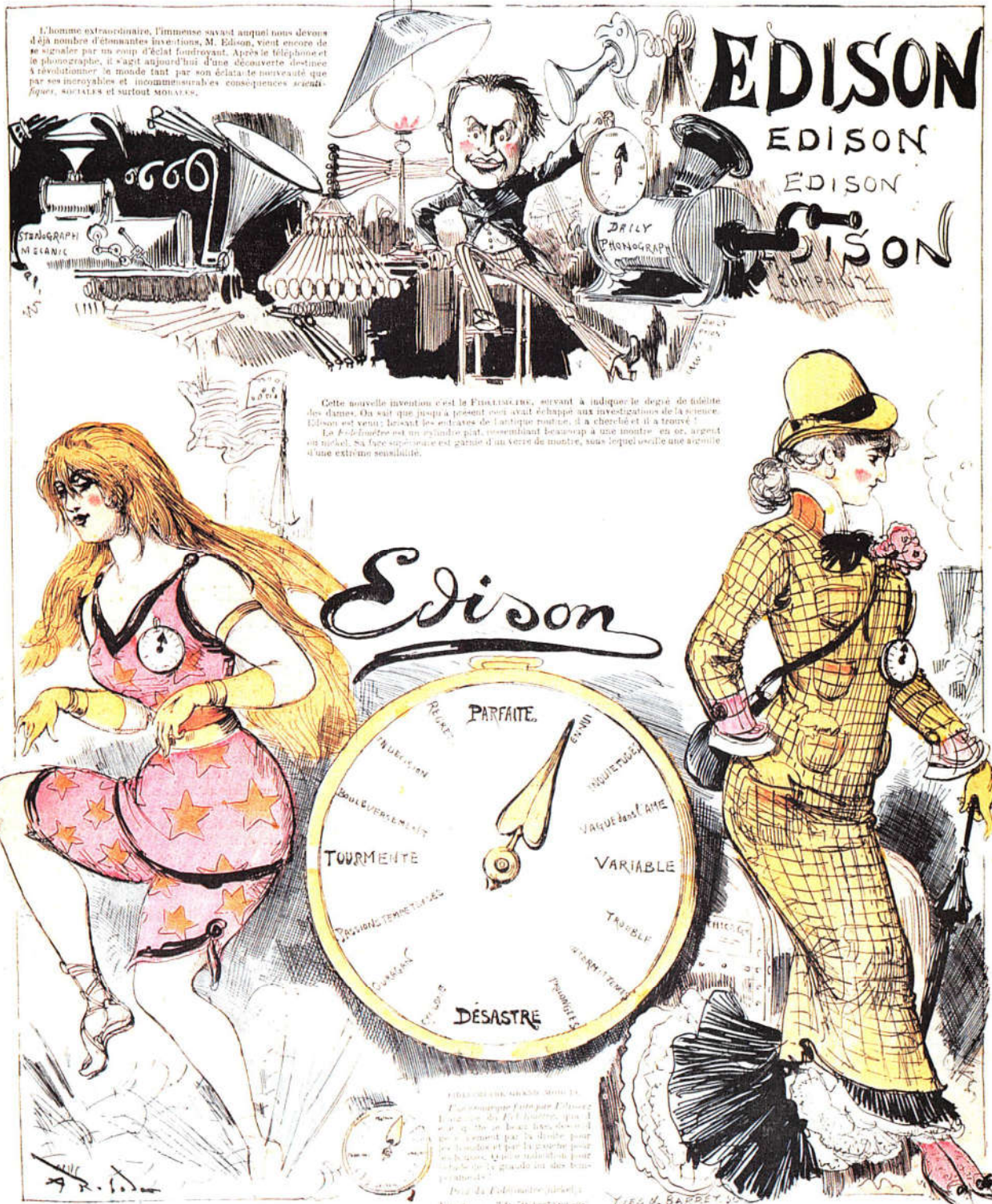
A. ROBIDA
RÉDACTEUR EN CHEF

PUBLICATION
DE LA
LIBRAIRIE ILLUSTRÉE

La Caricature

Abonnements d'un an, Paris : 16 francs. — Départements : 18 francs. — Union postale : 20 francs. — Bureaux, 7, rue du Croissant.

NOUVELLE ET MERVEILLEUSE INVENTION D'EDISON LE FIDÉLIMÈTRE



L'homme extraordinaire, l'immense savant auquel nous devons déjà nombre d'étonnantes inventions, M. Edison, vient encore de se signaler par un coup d'éclat foudroyant. Après le téléphone et le phonographe, il s'agit aujourd'hui d'une découverte destinée à révolutionner le monde tant par son dévouement que par ses incroyables et incommensurables conséquences scientifiques, sociales et surtout morales.

Cette nouvelle invention est le FIDÉLIMÈTRE, servant à indiquer le degré de fidélité des dames. On sait que jusqu'à présent on avait échappé aux investigations de la science. Edison est venu, levant les entraves de l'antique routine, il a cherché et il a trouvé ! Le Fidélimètre est un cylindre plat, ressemblant beaucoup à une montre en or, argent ou nickel. Sa face supérieure est garnie d'un verre de montre, sous lequel se trouve une aiguille d'une extrême sensibilité.

EDISON, CHIFFRE, MARQUE DÉPOSÉE

Le Fidélimètre est un cylindre plat, ressemblant beaucoup à une montre en or, argent ou nickel. Sa face supérieure est garnie d'un verre de montre, sous lequel se trouve une aiguille d'une extrême sensibilité.

Le Fidélimètre est un cylindre plat, ressemblant beaucoup à une montre en or, argent ou nickel. Sa face supérieure est garnie d'un verre de montre, sous lequel se trouve une aiguille d'une extrême sensibilité.

Évidente propreté du Fidélimètre, ne change point, sans l'opérer, à personne. Nous sommes heureux d'être les premiers à le faire connaître à Paris. Les Compagnies financières se font pour l'exportation, en France, du brevet de l'invention Edison, les actions, non encore émises, font de 125 fr. 50 de prime.

La jeune américaine voyage beaucoup; pendant que son mari s'occupe à son compte ou dans les assemblées politiques, elle court le monde en toute liberté. Mais le Fidélimètre est un témoin et une garantie. Toutes les semaines, une photographie du Fidélimètre est envoyée au mari, et, à la moindre déviation, celui-ci envoie, par télégraphe ou téléphone, l'ordre de rentrer et honte !

ÉTILITÉ. — BAINS DE MER
L'oncle Sam est un malin, chacun sait ça. Dès la première apparition du Fidélimètre, toutes les épouses de l'Union en ont été pourvues. Quel objet d'ailleurs est d'une utilité plus incontestable ? A l'ouverture de la dangereuse saison des bains de mer, qui font courir tant de risques aux maris retenus à la ville par les affaires, le Fidélimètre a été adopté avec enthousiasme par toutes les épouses de la fashion américaine.

EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS

lumière amena l'extinction totale de la lumière ⁽⁵⁾ ». Quelques années plus tard (1883), les spécialistes du journal *La Lumière électrique* n'étaient guère déçus de l'absence de stations centrales dans la capitale française puisqu'ils écrivaient : « Les installations isolées ont donné et donnent presque partout de meilleurs résultats que le système actuellement expérimenté à New York avec des stations centrales ⁽⁶⁾ ». En bref, le modèle américain n'était pas toujours synonyme de marche à suivre.

EDISON ET LA PRESSE FRANÇAISE

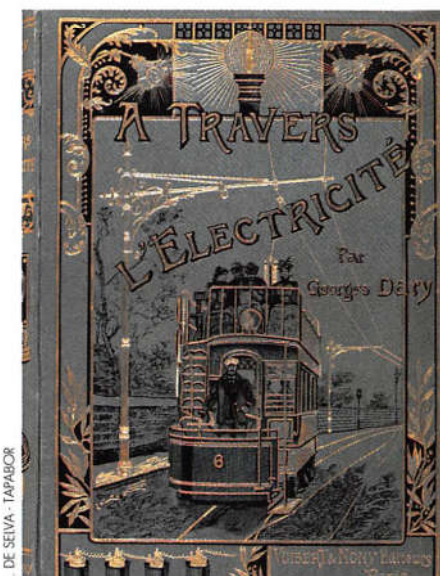
Donc, Edison se doutait qu'il n'allait pas rencontrer en Europe des esprits totalement acquis à ses découvertes. Il employa en conséquence différents éléments pour convaincre. Celui, d'abord, d'obtenir des échos favorables dans la presse technique ou générale. A Paris, quelques hommes devaient absolument être approchés. Par exemple, Cornelius Helz, connu dans le monde de la politique et de la presse, et rédacteur du journal républi-

cain *Le Globe*. Helz s'était rendu aux États-Unis à la fin des années 1870. Au cours d'un entretien avec d'Arsonval et Brown-Séguard, il s'était enthousiasmé pour les « nombreuses applications industrielles de l'électricité dont Edison, surtout, était l'animateur ⁽⁷⁾ ». Désireux de provoquer un mouvement analogue en France, Helz fonda le Syndicat français d'électricité. Autour de ce dernier, il rassembla quelques personnalités et, en 1879, parut *La Lumière électrique*, revue universelle de l'électricité et de l'éclairage. Le comte du Moncel en était le directeur scientifique, Franck Géraldy, le secrétaire de rédaction. En très peu de temps, la revue connut un réel succès. Le volume du journal s'épaissit et Hospitalier vint renforcer l'équipe. Au cours de l'année 1880, les bureaux de la rédaction, rue Vivienne, furent, d'après le témoignage de d'Arsonval, le lieu de passage et de réunion d'éminentes personnalités de la science, de la presse, de l'industrie, de la finance et de la politique. Ces quelques hommes exercèrent une pression sur le gouvernement, en particulier pour qu'une grande exposition consacrée à l'électricité se tînt à Paris.

Edison le comprit très vite : l'Exposition internationale d'électricité de 1881 pouvait être un tremplin de lancement unique pour la lampe à incandescence et les moyens de distribution mis au point à Menlo Park. Avant 1881, il existait plusieurs systèmes à incandescence en concurrence : une grande confrontation internationale s'imposait. Il est symptomatique que la Compagnie parisienne d'éclairage électrique, héritière de la société l'*Alliance* et possédant les mêmes brevets ⁽⁸⁾, créée en 1878 ⁽⁹⁾, déclarât : « Nous avons remarqué les troubles et les hésitations de l'industrie privée en face des systèmes innombrables annoncés à chaque instant et à grands fracas dans les journaux et dont le dernier n'était rien moins destiné qu'à révolutionner le monde industriel ⁽¹⁰⁾... De là une abs-

tention bien naturelle, qui ne pourra cesser qu'après l'immense bataille scientifique qui sera livrée au mois d'août prochain au Palais de l'Industrie... Là, les prétentions individuelles seront mises en présence, comparées, appréciées. La valeur de chaque système sera démontrée et le public jugera. Nous espérons que cette grande épreuve aura pour résultat immédiat de mettre fin à certaines illusions et à des appréhensions multiples qui s'opposaient sans raison à la plupart des applications industrielles de l'électricité et nous comptons qu'elle sera le point de départ des affaires vraiment sérieuses auxquelles ces applications peuvent donner naissance. »

C'était bien le point de vue d'Edison mais « l'immense bataille scientifique » fut-elle seulement scientifique ? Edison comprit rapidement que, pour convaincre, il fallait utiliser des armes autres qu'industrielles. Robert Fox n'hésite pas ainsi à parler de l'action des envoyés d'Edison comme une « manipulation systématique de l'opinion publique ⁽¹¹⁾ ». Plusieurs mois avant l'Exposition, les seconds d'Edison, Batchelor et Moses, se rendirent compte que les concurrents – Maxim, Swan, Lane-Fox – avaient déjà l'oreille de la presse scientifique française. Hospitalier, dans son ouvrage sur les principales applications de l'électri-



A l'heure où Edison présente son invention en France, l'électricité, source de mythes et d'espoirs, n'a pas encore quitté le monde du merveilleux.

5 – *The Sun* (New York), 25 octobre 1878, lettre de William Haywood (ingénieur des rues de la Cité de Londres), document traduit par le *Journal des Usines à Gaz*, Archives de Paris, V9 01/1.

6 – *La Lumière Électrique*, 3 février 1883, page 148 (il s'agit de la station de Pearl Street de l'Edison Light Company à New York).

7 – D'Arsonval, 25 novembre 1933, Célébration du cinquantième de la société française des électriciens, p. 123. (ainsi que la citation suivante).

8 – Cette société est jugée d'une « grande sécurité » par le journal *La Lumière Électrique*, 1er juillet 1880 (page 1 du supplément).

9 – Archives nationales, 65 AQC 198, Assemblée générale ordinaire du 18 juin 1881.

10 – Probablement une allusion au système Edison.

11 – Robert Fox, *Edison et la presse française à l'Exposition internationale d'électricité de 1881*, Association d'histoire de l'électricité en France, Un siècle d'électricité dans le monde, Paris, Presses Universitaires de France, 1987, page 224 (Robert Fox a utilisé les archives du laboratoire d'Edison à West Orange).

EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS

citée, manifestait une grande incrédulité envers Edison et se rangeait du côté de Maxim ⁽¹²⁾. Les envoyés d'Edison allumèrent un contre-feu efficace : démonstration d'appareils avenue de l'Opéra, contacts répétés avec la presse, importance de la description des installations d'Edison dans les ouvrages à paraître sur l'Exposition de Paris. Ainsi, le livre de Tissandier, *Promenade à travers l'exposition*, fit-il allusion à Edison comme le « Napoléon de l'invention » ⁽¹³⁾. En fait, moyennant des émoluments de 1 000 francs par mois, du Moncel et C. Flammarion devinrent d'ardents propagandistes de la cause édisienne. Les autres journaux, comme l'influent *Le Temps*, reçurent des actions de la compagnie Edison. *L'Illustration* et le *Moniteur Universel* acceptèrent de publier des encarts sur le système Edison. L'effort financier le plus important fut effectué en faveur du *Figaro* : importants honoraires et place réservée au rédacteur en chef dans les sociétés Edison ont été des arguments efficaces. En contrepartie la presse parisienne vendait un peu plus que les lampes et dynamos de l'Américain : sa biographie, sa légende, son mythe. Certes, il faut se remémorer les habitudes de la presse française de la fin du XIX^e. Si ces pratiques ne sont pas exceptionnelles, elles minorent quelque peu l'enthousiasme que l'on prête à la presse scientifique face à la « découverte » des possibilités du système Edison. Dans cette mise en scène, les envoyés d'Edison réussirent un très beau « coup » : ils obtinrent des organisateurs d'illuminer le grand escalier de l'Exposition avec des lampes Edison (certaines formant un « E » lumineux...). Certes, une partie de la presse non « gagnée » à la cause d'Edison continua de marquer sa préférence pour Maxim ou pour Swan.

Mais le résultat était là : Edison gagna le diplôme d'honneur et ses adversaires les plus directs reconnurent leur défaite sans se rendre compte qu'une partie de l'explication venait de la « campagne de presse » que les envoyés américains avaient eu l'habileté de déclencher. Certes, Edison était le seul, après quelques semaines d'exposition, à pouvoir mettre en marche un système électrique cohérent. Mais, au contraire de ce qui est dit, il semble bien que de nombreux incidents aient émaillé son exposition, le couac majeur intervenant pendant la visite des Rothschild !

EDISON, LE MYTHE

Edison et ses associés surent vendre une image de l'inventeur teintée de romantisme et symbolisant les immenses possibilités d'un pays neuf.



L. DE SERVA - TAPABOR

Dans les années 1890, le portrait et la vie de l'inventeur sont largement diffusés par la presse française (le mariage d'Edison).

Une fois passée l'époque du scepticisme, c'est véritablement l'aura mythique du génial inventeur qui fut retenue. Dans *L'Illustration*, quelques semaines après l'ouverture de l'Exposition internationale d'électricité de 1881, un large portrait d'Edison est publié, suivi des merveilles de Menlo Park ; ce tableau idyllique, on le retrou-

vera dans une large partie des journaux parisiens qui se permirent même de faire remarquer qu'« une partie de la presse américaine contestait, il y a peu de temps encore, le mérite de cet inventeur » : heureusement, le Vieux Monde était là...

A 34 ans, le jeune Edison incarne la réussite, le courage, l'obstination. Son portrait en fait un saint laïc : train-boy, sauvant un enfant d'un accident de chemin de fer, multipliant les brevets, devenant riche et célèbre. Mais « sa science est tempérée par une aimable philosophie ». Il ne manque pas non plus la touche sentimentale qui rapproche le héros du commun des mortels : « Comme tous les grands penseurs, Edison a mené une vie très chaste », avant de succomber au charme de Mary Stillwell. Suit l'anecdote bien connue du mari distrait qui abandonne

la jeune épouse pour se livrer à quelque expérience scientifique. L'article se termine par la mention, peut-être nécessaire, qu'Edison était « le plus tendre des pères et le modèle des maris » puisque le dimanche est uniquement consacré à la famille.

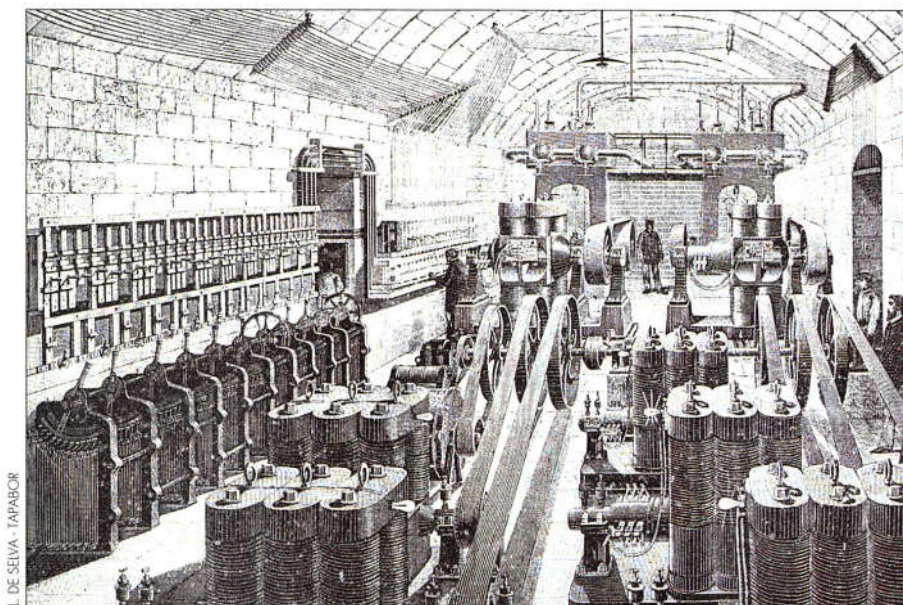
Quelques années plus tard, en 1895, dans un ouvrage de grande vulgarisation intitulé *Le règne de l'électricité*, Gaston Bonnefont dresse un nouveau

portrait de l'inventeur américain. On y retrouve ce qui plaît aux Français : celui d'un jeune homme malheureux qui a pris une revanche éclatante sur le destin. Dans un style feuilletonesque, la description commence ainsi : « C'est en l'année 1859, un soir d'hiver. Trois personnes, le père, la mère et l'enfant achèvent un maigre dîner dans une

¹² - Entre la première et la deuxième édition de cet ouvrage, 1880 et 1882, on passe d'une certaine agressivité à une stricte neutralité.

¹³ - Exposition internationale d'électricité, Paris, 1881, Catalogue général officiel, page 173 sqq.

EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS



arrière-boutique de Port-Huron (Michigan). La pièce est surtout meublée de bibelots cassés ou abîmés... Aux murs sont pendus des tableaux sans cadres et des cadres sans tableaux... La boutique est mal éclairée par une lampe fumeuse ⁽¹⁴⁾, etc. Un peu plus loin, suit une conversation mélodramatique

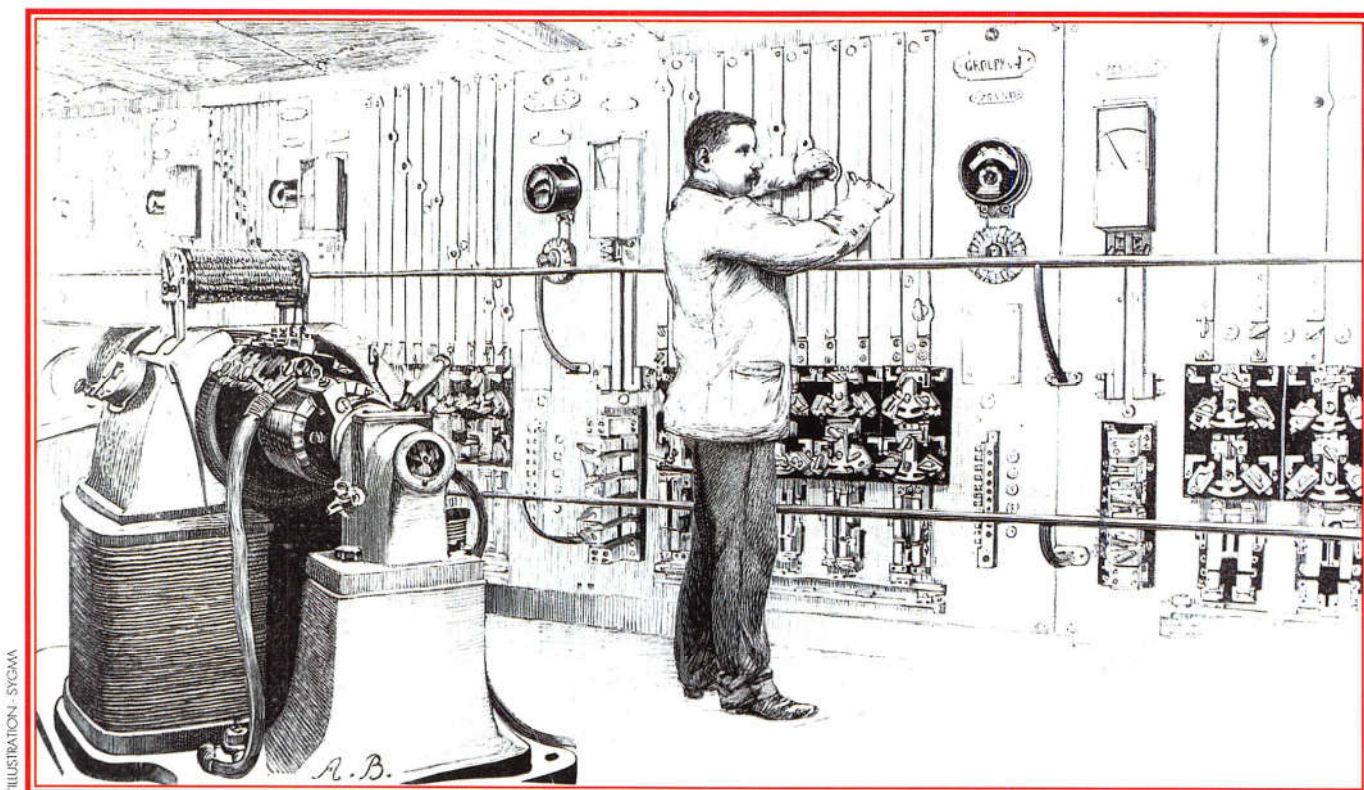
entre le malheureux père et le fils qui part courir l'aventure dans les trains américains. L'Edison montré aux foules n'est pas, pour les Français, l'industriel, l'inventeur, l'homme à la grande fortune mais un héros romanesque qui a su faire de sa vie un grand destin. En 1889, lors de l'Exposition universelle

de Paris, les Parisiens firent, comme on s'en doute, un accueil très chaleureux au « sorcier de Menlo Park ».

La littérature s'est également emparée d'Edison grâce à Villiers de l'Isle-Adam et à son roman, *l'Eve future*. Cet ouvrage se rattache à la tradition fantastique, mais en y introduisant des éléments nouveaux : ceux de la technique électrique. Parue, une première fois, sous forme tronquée, dans le *Gaulois* du 4 au 18 septembre 1880, reprise incomplètement dans *l'Etoile française* au début de 1881, *l'Eve future* de Villiers de l'Isle-Adam est éditée, sous sa forme définitive, en 1886 chez Maurice de Brunhoff. L'ouvrage recouvre donc cette période charnière où les Français font d'Edison un demiurge. Le roman

14 - G. Bonnefont, *Le règne de l'électricité*, Tours, Mame, 1895, page 353 et suivantes.

Pour alimenter en électricité les grands bâtiments, la société Edison installe dans leur sous-sol une centrale de production. Ci-dessous, la salle des machines du Bon Marché.



EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS

La Société Edison s'intéresse de près à l'Opéra de Paris dont l'éclairage au gaz noircit les tableaux. Peut-on rêver une plus belle opportunité pour promouvoir les lampes à incandescence ? (A gauche, des machines dynamo-électriques dans le sous-sol de l'Opéra).

est à la fois scientifique et mystique autour de la « création » d'un être parfait. Le personnage central du roman est une machine devenue femme. Villiers de l'Isle-Adam met en scène Thomas Edison, à qui un de ses amis vient dire son désespoir. Le jeune homme aime une femme belle mais sotte. Sa peine est telle qu'il songe à en finir avec la vie. Edison propose à son ami de lui venir en aide. N'est-il pas sur le point d'inventer une parfaite réplique électrique de l'être humain ? Cette création pourra prendre la forme de la femme aimée mais une femme à la fois belle et intelligente. Edison déclare à son ami : « *Je vais vous démontrer, mathématiquement et à l'instant même, comment, avec les formidables ressources actuelles de la Science, je puis me saisir... du reconnu... de son apparaître, du reflet de son Identité... Je reproduirai strictement, je dédoublerai cette femme, à l'aide sublime de la lumière !* » Tout un arsenal électrique est mis en branle pour fabriquer cette créature entièrement nouvelle. D'un moteur électromagnétique partent des multitudes de fils d'acier conducteurs ; deux phonographes tiennent lieu de poumons ; sur un cylindre (« *analogie exacte des cylindres des orgues de Barbarie* ») est inscrit en mémoire l'ensemble des gestes. Des bagues à chaque doigt de la « machine » jouent le rôle d'interrupteurs qui commandent toute une machinerie complexe d'aimants, de fils, de poids, de disques et de bielles. Au moment où, à la fin du XIX^e siècle, l'électricité et les machines électriques sont en passe de devenir les éléments d'une civilisation entièrement nouvelle, le roman de Villiers de l'Isle-Adam crée l'image moderne de



GIRAUDON - MUSÉE D'ORSAY

l'ingénieur capable de dominer enfin le Créateur. Pas complètement cependant, car la créature électrique finit au fond des flots, revanche du divin sur l'humanité trop arrogante.

LA SOCIÉTÉ EDISON À PARIS

Loin de ces rêveries, Edison n'est pas l'homme décrit par les gazettes françaises. C'est un entrepreneur avant tout, un innovateur-entrepreneur. Quand, en 1878, Edison pense à transférer sa technologie électrique vers l'Europe, il organise plus que des campagnes d'opinion. Il pense que Paris peut être la plaque tournante de ses sociétés dans le Vieux Monde. Il lui faut d'abord s'assurer d'une solide assise

financière. Dans ce domaine, son conseiller Lowrey lui enjoint de se méfier des continentaux et tout spécialement des Français. Question bancaire, les Américains sont les plus honnêtes et les Anglais ne sont guère différents. En revanche, à Paris, il n'y a aucune tricherie dont ne soit capable un banquier... (c'est Lowrey qui écrit). Aussi, conseille-t-il à Edison de s'adresser à la banque Drexel et Morgan et à son réseau européen⁽¹⁵⁾. Puis Edison, dès avant l'Exposition internationale d'électricité de 1881, lance en France plusieurs sociétés de production-distribution d'électricité.

¹⁵ – Thomas P. Hughes, *Networks of Power*, John Hopkins University Press, 1983, page 49.

EDISON ET LA FRANCE, REGARDS CROISÉS

La Compagnie continentale Edison⁽¹⁶⁾ a joué un rôle pionnier, en particulier dans la capitale. Profitant de l'élan donné par la découverte de l'incandescence en 1878 puis de l'Exposition internationale d'électricité (qui fut malgré tout un incontestable succès pour la lumière Edison : « *Jusque-là, on n'avait presque rien fait pour utiliser cet éclairage à grande échelle. L'exposition ouverte à Paris lui a donné une grande impulsion commerciale* »⁽¹⁷⁾), ce dernier et ses conseillers (dont Batchelor qui vint en France) ont lancé la Compagnie continentale Edison le 17 février 1882. Elle créa deux filiales au capital d'un million de francs :

- la Société industrielle et commerciale Edison (pour la fabrication du matériel et des appareils) ;

- la Société électrique Edison qui exploitait les brevets Edison dans les villes de moins de 10 000 habitants (la société mère se réservant les grandes agglomérations).

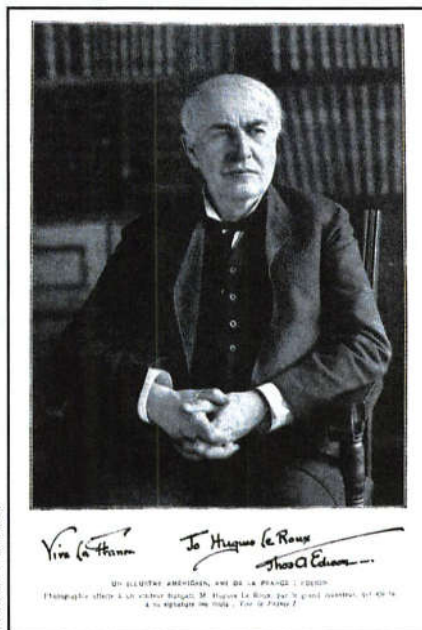
Ce montage complexe s'avéra vite gênant et, en 1886, la société mère absorba ses deux filiales. Le capital initial fut porté en 1887 à 7 millions de francs et à 10 millions de francs en 1889. Assez rapidement, les Américains se rendirent compte que la France ne représentait pas le marché escompté. Batchelor resta seulement une année à Ivry, lieu où étaient fabriquées les lampes à partir de 1882-1883, puis fut remplacé par deux ingénieurs de la société Edison (Picou et Desarces). Ces pionniers construisirent une usine dans cette commune de banlieue qui fournissait lampes et dynamos. Il fut nécessaire de former des ouvriers pour l'atelier des lampes et de faire des recherches sur les verres adaptés. Du côté de la distribution, la société Edison s'intéressa de près aux théâtres (Palais Royal, Théâtre français, Odéon, Vaudeville, Menus Plaisirs, Gaité et Eldorado) et tout particulièrement à l'Opéra d'où l'on souhaitait chasser le gaz (ne serait-ce que du fait du noircissement

des peintures), ce qui représentait aussi une très belle publicité pour les lampes à incandescence. En province, la Société continentale Edison obtint l'éclairage de la poudrerie de Saint-Chamas où la lampe à incandescence était recommandée pour des raisons de sécurité. Des accords avec les compagnies du gaz furent passés dans les années 1880 pour des exploitations communes (Béziers, Clermont-Ferrand, Marseille).

Dans la capitale, les premiers clients de la société distributrice, en dehors des théâtres, furent d'autres établissements publics comme la Banque de France ou l'Hôtel Continental mais aussi des imprimeries : « *Dans les locaux consacrés à la composition typographique, généralement restreints et où travaillent un grand nombre de personnes, la chaleur est d'autant plus intolérable que le nombre de becs de gaz y est nécessairement toujours très grand. L'emploi exclusif de la lampe Edison permet de faire descendre la température de plusieurs degrés, ainsi qu'on l'a constaté à Vienne, au Palais Impérial. La santé des ouvriers est assurée et le travail se fait mieux et plus vite* »⁽¹⁸⁾ pouvait-on lire de la plume de la société Edison en 1882. Le Bon Marché,

l'Hôtel-de-Ville (en partie), des établissements d'enseignement (École centrale, lycée Louis-le-Grand) ont aussi fait partie des premiers clients de la société Edison. Pour desservir ces différents abonnés, la société pouvait installer une centrale de production dans les sous-sols des grands établissements (comme au Bon Marché) mais elle s'essaya aussi à la distribution. Pour cela, elle racheta une petite centrale, Cité Bergère, installa rue Drouot, avenue Trudaine et surtout dans les jardins du Palais Royal (en sous-sol mais de façon presque invisible) des usines de production qui desservaient en priorité les théâtres. Ce n'est qu'en 1902 qu'une nouvelle usine, à Saint-Denis, fonctionna en dehors des limites de Paris. Les résultats ne furent pas toujours à la hauteur des espérances – la France ne fut pas à la tête d'une importante industrie électromécanique – mais la société Edison put s'enorgueillir d'être en 1889 à la tête de l'un des six secteurs de distribution d'électricité dans la capitale française.

Les regards croisés d'Edison sur la France et de la France sur Edison révèlent quelques malentendus. Les Français sont passés d'un certain scepticisme à une admiration souvent exagérée car le génie de Menlo Park n'avait pas toutes les qualités dépeintes à l'envi par la presse française. Mais il plaisait aux Français parce qu'il donnait encore au savant inspiré une place prépondérante dans la marche vers le progrès au moment où l'innovation passait de plus en plus par le biais des grands laboratoires. L'humanité du héros rassurait à l'aube d'un siècle dont la technologie triomphante ouvrait toutes les possibilités, y compris les moins réconfortantes. ■



L. DE SELVA - TAPABOR

16 – La majorité des renseignements sur les premières années de cette société proviennent de 65 AQG 231 (Archives Nationales).

17 – Edison, *L'électricité au service de l'homme*, traduit par A. Gérard, Revue Internationale d'Électricité et de ses applications, N° 1, juin 1885, Edit. G. Carré.

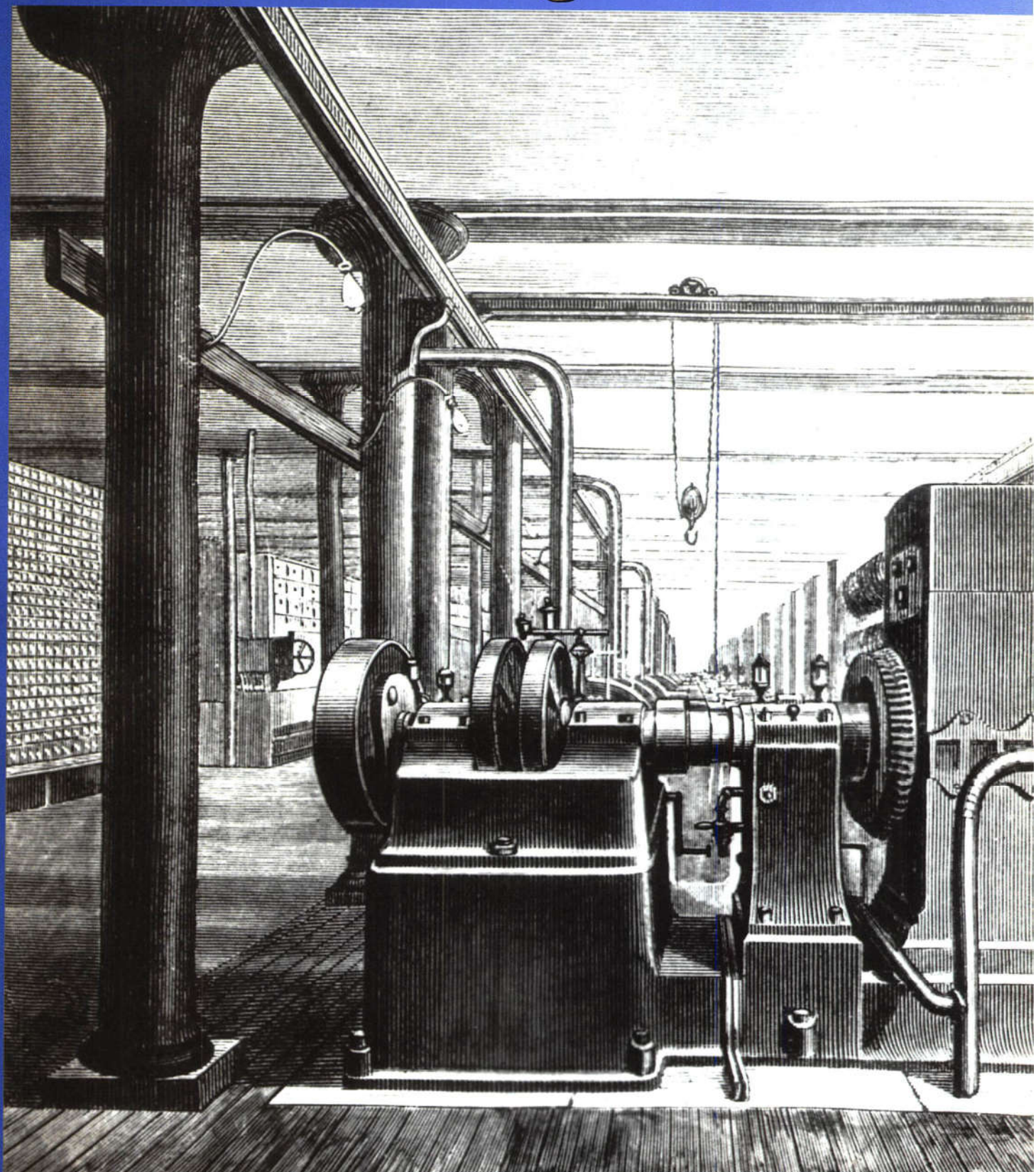
18 – Assemblée générale ordinaire de la Compagnie continentale Edison, 1882.

NAISSANCE D'UNE INDUSTRIE



Succédant à la vapeur, l'électricité génère à la fin du XIX^e siècle une nouvelle branche industrielle qui va transformer la production d'énergie, l'environnement technique de la vie quotidienne et les transports terrestres. **E**n Europe, où Edison a un temps cherché à implanter des entreprises, la situation est très contrastée. **L'**Allemagne va très vite devenir la terre d'élection d'une industrie électrique extrêmement puissante. **P**ar contraste, l'Angleterre et la France tarderont à suivre.

LES DÉBUTS DE L'ÉLECTRIQUE EN F



INDUSTRIE EUROPE

Les usines Edison en France ne suffisant pas à répondre à la demande, l'inventeur accorde, à partir de 1883, le droit d'exploiter ses brevets à deux sociétés européennes. Ici la centrale électrique de Milan.

Au lendemain de l'Exposition internationale de 1881, les sociétés électriques essaient en Europe. Sur fond de crise économique, certaines grossissent, beaucoup s'écroulent. S'il n'y a pas de recette miracle, le succès sourit aux plus entrepreneurantes et aux plus innovantes. C'est le cas en Allemagne, en Suisse. La France, elle, traîne les pieds.

PAR ROBERT FOX

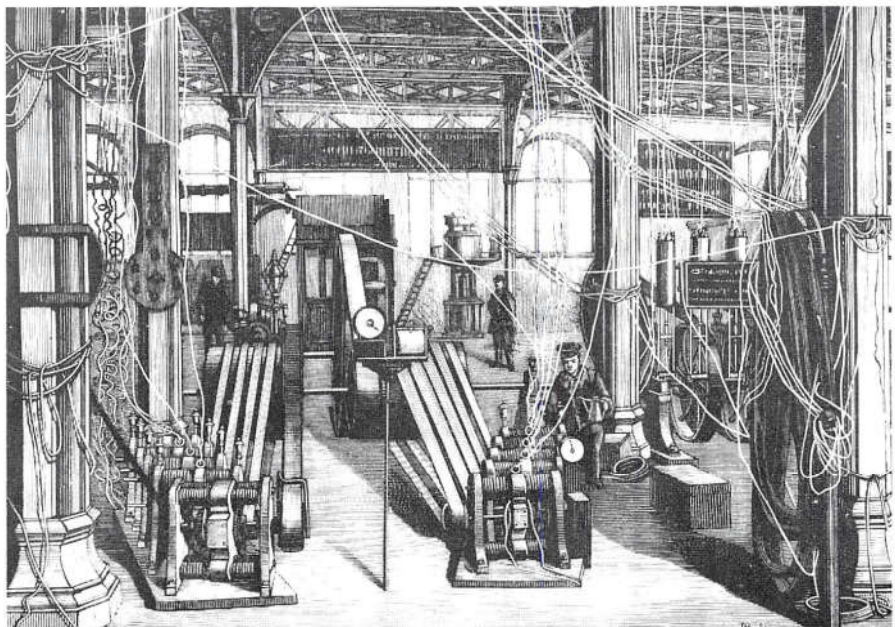
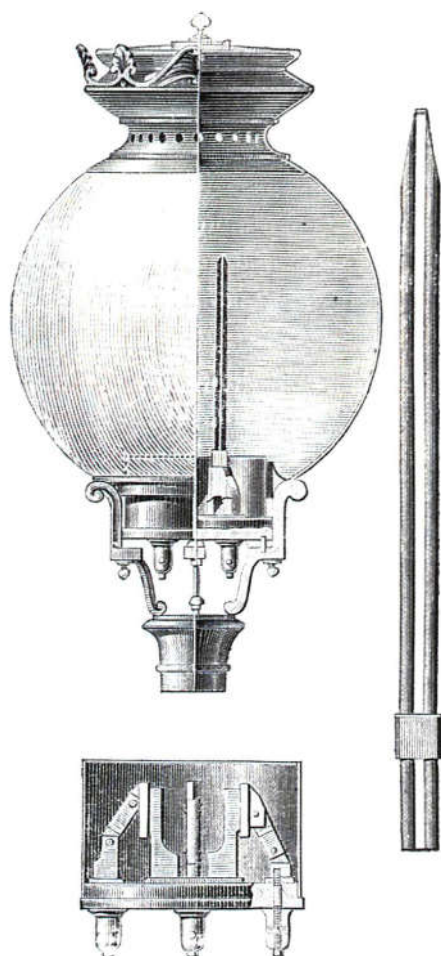
1 881, Paris accueille la première Exposition sur l'électricité et le premier congrès international des Electriciens. Que cela se passe à Paris n'a rien d'étonnant. A la fin du XIX^e siècle, la ville est en effet connue dans le domaine de l'électricité. C'est d'abord là que l'on a procédé aux premières tentatives sérieuses d'éclairage électrique. C'est aussi là qu'habitent de nombreux inventeurs et petits fabricants de matériel électrique. Paul Jablochhoff, par exemple, un ancien officier de l'armée russe, y a développé sa « bougie », un système

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE

PHOTOS L. DE SILVA - TAPABOR



En 1876, le Russe Paul Jablochhoff invente à Paris sa bougie : dans un globe de verre, deux baguettes de charbon brûlent grâce à un arc électrique.



PHOTOS L. DE SILVA - TAPABOR

d'éclairage utilisant un arc électrique. Son invention fut l'un des clous de l'Exposition universelle de 1878. Quant à Zénobe Gramme, un inventeur belge, c'est à Paris qu'il a développé sa dynamo, au cours des années 1870 et au début des années 1880.

Comme tous les entrepreneurs-inventeurs de cette époque, Jablochhoff et Gramme ont cherché à valoriser leurs inventions en constituant des petites sociétés. La gamme de produits qu'elles fabriquent et commercialisent est encore très limitée. Quant à la production elle-même, elle est, dans son organisation, très parcellaire et peu stabilisée. Ces sociétés disparaissent, fusionnent ou s'échangent leurs brevets au gré de la mode.

Un exemple : la Société générale d'électricité. Créée en 1877, à l'origine pour promouvoir la bougie de Jablochhoff, elle est dissoute peu après. Cinq années plus tard, elle réapparaît sous le nom de Société d'éclairage électrique. Entre-temps, elle a étendu son activité à la fabrication du générateur de courant électrique alternatif de Gramme, puis à la lampe à incandescence de Hiram Maxim. Ce développement est toutefois lent. D'autant plus que les investisseurs, rendus inquiets

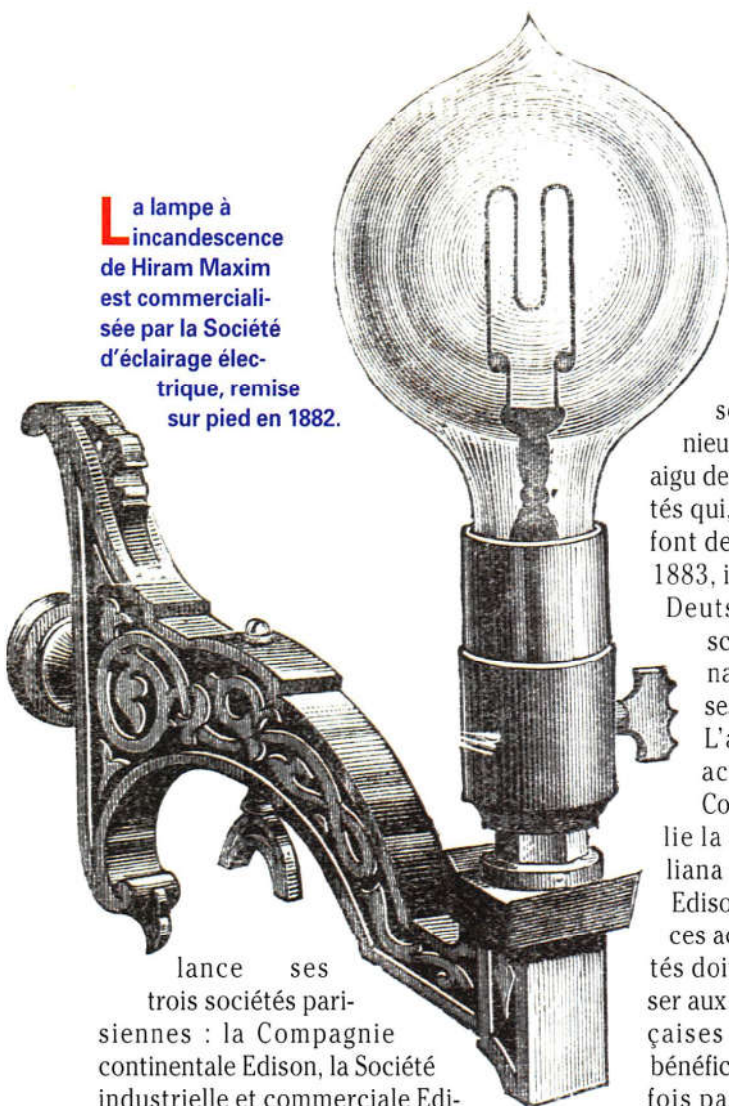
Le Belge Zénobe Gramme développe sa dynamo dans les années 1870. L'Exposition électrique de 1881 consacre une salle entière à ses machines.



par une crise économique qui n'a cessé de s'aggraver depuis le krach financier de 1882, freinent les expansions ultérieures.

C'est dans cet environnement peu sûr et fluctuant qu'aux lendemains de l'Exposition de 1881, Thomas Edison

La lampe à incandescence de Hiram Maxim est commercialisée par la Société d'éclairage électrique, remise sur pied en 1882.



lance ses trois sociétés parisiennes : la Compagnie continentale Edison, la Société industrielle et commerciale Edison et la Société électrique Edison. Elles sont de taille modeste : leur capital cumulé ne dépasse pas trois millions et demi de francs. Leur but, en revanche, est ambitieux : exploiter les brevets d'Edison à travers la plus grande partie de l'Europe continentale.

Très vite pourtant, il s'avère que ni leur organisation, ni leur capital, ne sont à la hauteur de la tâche. La demande de lampes et d'autres produits dépasse rapidement les capacités de production des usines de la Société électrique Edison, installées à Ivry-sur-Seine. En une année à peine, les difficultés rencontrées par ses représentants en Allemagne et en Italie persuadent Edison d'abandonner son plan initial. Une seule base parisienne pour fournir toute l'Europe, cela ne peut suffire.

Deux hommes sont les premiers à

bénéficier de ce changement : Emil Rathenau à Berlin et Giuseppe Colombo à Milan. L'un et l'autre ont à la fois une solide formation d'ingénieur mécanicien et un sens aigu de l'entreprise. Des qualités qui, aux yeux d'Edison, en font des alliés naturels. Vers 1883, il donne à la nouvelle Deutsche Edison Gesellschaft, que dirige Rathenau, le droit d'exploiter ses brevets en Allemagne. L'année suivante, un accord similaire avec Colombo fait naître en Italie la Società Generale Italiana di Eletticità, Sistema Edison. En compensation de ces accords, ces deux sociétés doivent cependant reverser aux maisons « mères » françaises une part de leurs bénéfices. Cela ne suffit toutefois pas à contrebalancer la

perte d'hégémonie de ces dernières. En 1887, les trois sociétés françaises sont regroupées en une seule : La Compagnie continentale Edison. Mais celle-là, sous l'effet du rétrécissement des marchés et de la crise, plus profonde en France que dans le reste de l'Europe, va peu à peu réduire ses activités. La production d'Ivry cesse en 1894 et la CCE va pour l'essentiel se cantonner à la fourniture en courant électrique de l'un des six secteurs du Paris de 1889. Paris avait, en effet, été divisé en secteurs d'approvisionnement pour rentabiliser son électrification.

Alors que la CCE végète, l'entreprise de Rathenau connaît, elle, une réussite croissante. L'une et l'autre se distinguent non seulement par leur taille, mais aussi par le style de leur organisation, des différences qu'on retrouve d'ailleurs le plus souvent entre les industries électriques françaises et

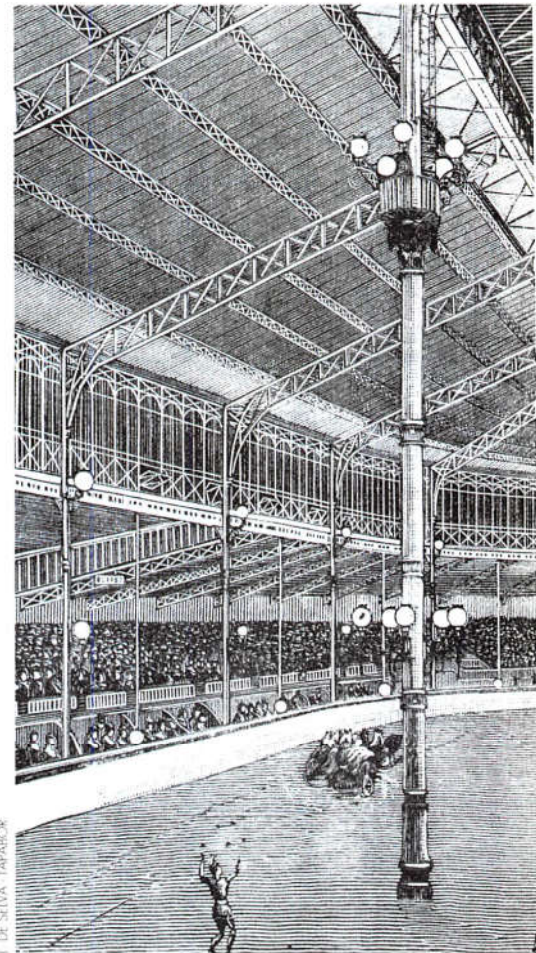
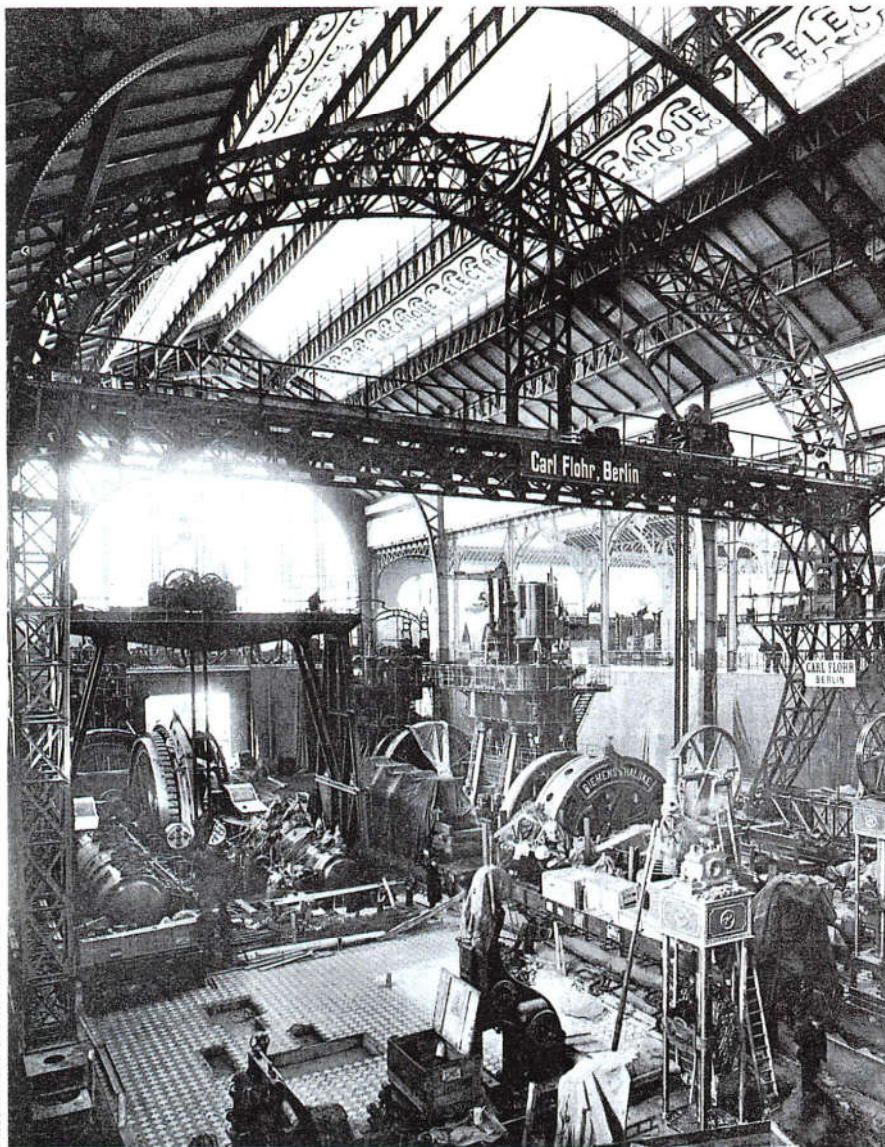
allemandes. En 1887, Berlin rompt ses derniers liens avec Paris. Par une ultime indemnité, Rathenau s'acquitte de son obligation à l'égard de la CCE. La DEG change alors de nom et devient l'AEG (Allgemeine-Elektricitäts-Gesellschaft). Rathenau et son jeune associé, Oskar von Miller, ont désormais les mains libres pour faire de l'AEG ce qu'elle va être un quart de siècle avant la Première Guerre mondiale : l'une des principales entreprises électriques du monde.

La stratégie qu'ils suivent est très simple : « caler » la croissance de l'entreprise sur les besoins du marché. Cette stratégie va permettre à la compagnie de répondre sans faille aux demandes croissantes d'éclairage et de fourniture d'énergie. Vers 1890, quand le courant alternatif de haut voltage se révèle intéressant dans le transport de l'énergie électrique, AEG, forte de son savoir-faire en mécanique, se lance dans le domaine. Pour tous les fabricants d'équipements électriques, la double compétence, en mécanique et en électricité, est une condition de la réussite. Elle permet à l'AEG de



*Emil Rathenau, Oskar von Miller
17. 5. 92. 1920/1921.*

A Berlin, Emil Rathenau fait de l'AEG une des entreprises les plus prospères

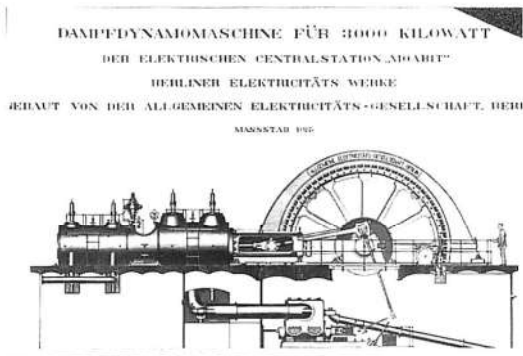


A l'Exposition universelle de 1900, la galerie réservée aux machines étrangères obtient un grand succès.

s'implanter en force sur le marché encore balbutiant de l'énergie électrique. Au tournant du siècle, il ne lui manque plus que l'occasion d'une démonstration spectaculaire de son succès. Elle la trouve dans l'Exposition

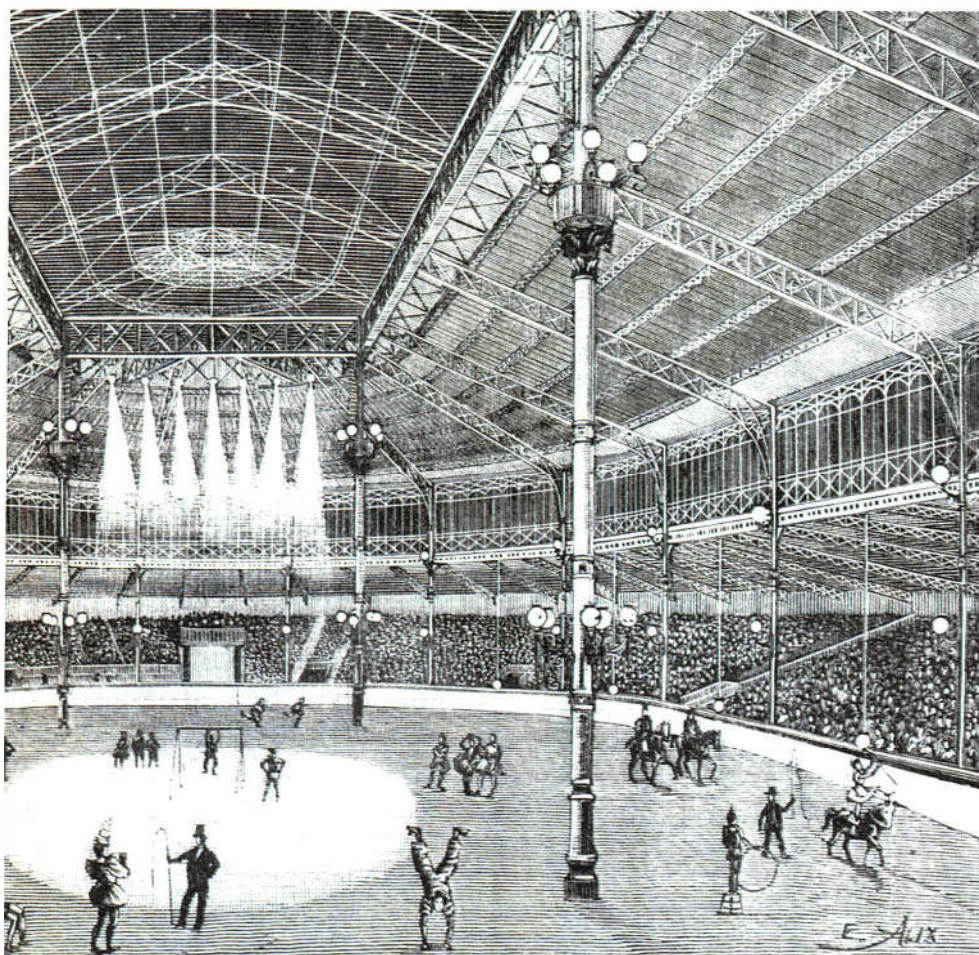
universelle de 1900. A grands renforts de publicité, AEG y présente une énorme dynamo à courant alternatif : elle pèse 160 tonnes pour un diamètre de plus de 8 mètres. Elle est mue par une machine à vapeur de 4000 ch, qui ne figure pas à l'exposition. Cette présentation spectaculaire n'aboutissait pas seulement à faire l'étalage des remarquables capacités de l'entreprise. Après l'Exposition de 1881, celle où Edison avait dévoilé sa fameuse dynamo – capable d'alimenter 1200 lampes, chacune éclairant comme 16 bougies – la démonstration d'AEG s'attaquait au symbole même de l'innovation dans ce domaine.

Ces capacités d'innovation ne reposaient toutefois pas sur une recherche produite dans ses propres laboratoires, mais sur l'achat à l'extérieur de brevets judicieusement choisis. Ceux-ci, une fois acquis, étaient ensuite améliorés soit par les différents départements chargés du développement, soit par des séries d'essais sur place. Un exemple type de cette stratégie est l'astucieuse lampe de Walter Nernst, un professeur d'électrochimie à l'université de Göttingen. Le brevet en est déposé en 1899. AEG, après l'avoir racheté dans les années qui précèdent la Première Guerre mondiale, alors que l'industrie électrique est en pleine expansion, va en faire l'un des fleurons de sa gamme de produits d'éclairage jusqu'en 1914. Le succès de cette lampe, pourtant quatre ou cinq fois plus chère que les lampes ordinaires,



L'AEG présente sa dernière réussite : une énorme dynamo à courant alternatif, qui développe une puissance de 3000 kw.

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE



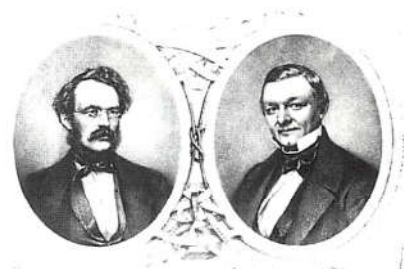
A Paris, de nombreux lieux publics font appel à l'éclairage électrique. Ci-dessus, l'hippodrome illuminé par les bougies Jablochkoff.

était dû à son faible coût d'utilisation et sa lumière plus blanche. Son filament constitué, d'oxydes métalliques réfractaires, résistait à une température supérieure aux filaments de carbone. En 1907, la compagnie en avait fabriqué sept millions et demi d'exemplaires. Reflet du succès d'une entreprise qui fabriquait par ailleurs de nombreux autres produits très prisés, le capital d'AEG passe de 12 millions de francs en 1887 à 72 millions en 1900, puis à 186 millions en 1913.

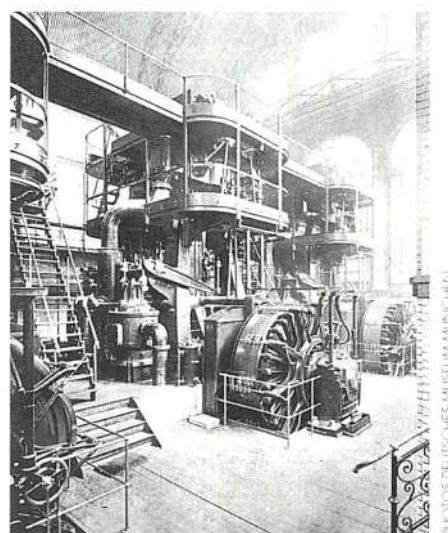
Cette stratégie de rachat de brevets n'est toutefois pas la seule possible, comme le démontre la réussite de Siemens & Halske, le principal concurrent

d'AEG. Tout en disposant d'une souplesse comparable à celle d'AEG, d'une gestion tout aussi efficace, et d'une aussi grande réceptivité aux demandes de la clientèle, Siemens fait bien davantage reposer son développement sur ses propres moyens de recherche et d'innovation. Werner von Bolton développa ainsi une lampe à filament de tantale dans le laboratoire berlinois de la société. Elle fonctionnait dès 1902 et entra quelques années plus tard en compétition avec les lampes de Nernst, notamment.

Il serait pourtant faux de croire que l'existence de plusieurs stratégies suffit à garantir le succès. Loin s'en faut, même en Allemagne, comme en atteste la faillite de Schuckert à Nuremberg et son rachat par Siemens en 1902. Schuckert, en dépit d'une longue histoire et d'une position forte sur le



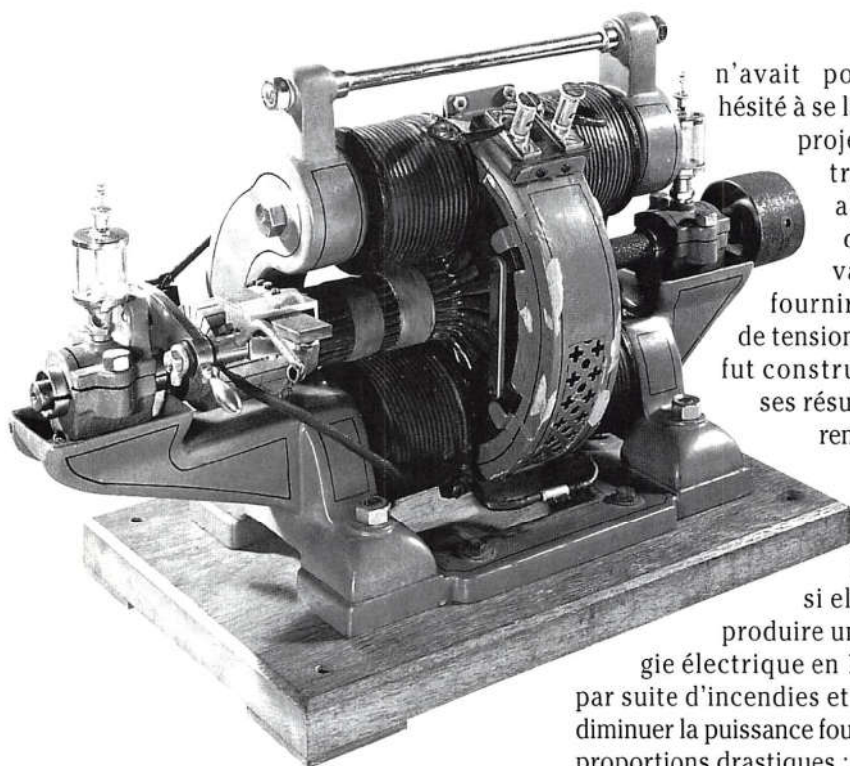
Siemens et Halske privilégient, à la tête de leur firme, leurs propres moyens de recherche et d'innovation.



marché, s'écroule, victime d'une soudaine reprise de la récession qui, partout ailleurs, alarme l'industrie électrique.

Cette faillite est-elle étonnante ? En fait, l'histoire avait déjà montré la fragilité de ces entreprises, amenées à se projeter trop loin dans des circonstances économiques défavorables. Sans parler de faillite, c'est presque ce qui était arrivé, dix ans plus tôt, en Angleterre, à la société de Sébastien Ziani di Ferranti. Son avancée trop téméraire sur le terrain de technologies non éprouvées lui valut une longue période de difficultés et de faible activité. L'écroulement total et la faillite ont été évités de peu. Ferranti, un ingénieur brillant et imaginatif, avait un peu plus de vingt ans lorsque la London Electric Supply Company l'avait embauché pour diriger le projet

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE



n'avait pourtant pas hésité à se lancer dans le projet d'une centrale à quatre alternateurs de 10000 chevaux devant fournir 10000 volts de tension. Lorsqu'elle fut construite en 1889, ses résultats s'avèrent bien en dessous des attentes de Ferranti. Même si elle permit de produire un peu d'énergie électrique en 1890, on dut,

par suite d'incendies et d'accidents, diminuer la puissance fournie dans des proportions drastiques ; on était ainsi loin des prévisions initiales !

Quelques années plus tard, les pertes de la London Electric Supply Company se montent à presque 10 millions de francs (un demi-million de livres de l'époque), dues pour la plus grande part à l'installation de Deptford.

En fait, les conséquences de cette affaire s'avèreront encore plus graves.

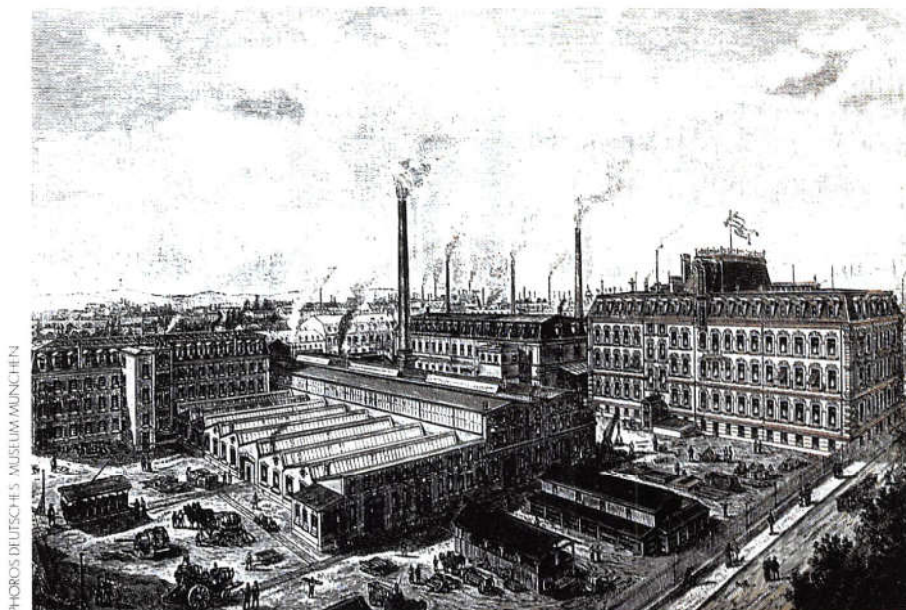
D'abord elle ébranle en profondeur la confiance des investisseurs dans les compagnies électriques. Ensuite, elle fait du nouveau système de courant alternatif polyphasé, ardemment défendu par Ferranti, le symbole des risques liés à l'adoption prématurée d'une nouvelle technologie.

Autre conséquence encore : l'échec par trop visible de Ferranti va condamner Londres au courant continu et au courant alternatif monophasé pendant dix ans. Or, si l'un et l'autre permettent de répondre à la demande d'éclairage, ils sont incompatibles avec un développement significatif de l'électricité comme source d'énergie primaire. Les industries, dans leur ensemble, s'en trouvent donc pénalisées. En une dizaine d'années, la capitale britannique acquiert ainsi la triste renommée d'être à la traîne en matière de technologie électrique, ce qu'une réglementation peu favorable vient de surcroît renforcer. L'alimentation de la ville en électricité a en effet été confiée à un grand nombre de sociétés indépendantes, au prix d'une effrayante variété de systèmes d'approvisionnement.

La petite taille des sociétés anglaises, qui produisent de l'électricité entre 1890 et 1914, se retrouve chez les fabricants de matériel électrique. A la veille de la Première Guerre mondiale, des firmes comme AEG, Siemens, ou, en Amérique, General Electric ⁽¹⁾ et Westinghouse, produisent chacune davantage que les plus importantes industries britanniques mises ensemble. De plus, beaucoup de ces dernières sont peu ou prou des filiales de sociétés étrangères.

Toutes les entreprises allemandes ne sont pas à l'abri de la crise. La Compagnie Vermls Schuckert, longtemps prospère (ci-dessus un moteur à rotor plat), fait faillite à son tour. Elle est rachetée par Siemens en 1902.

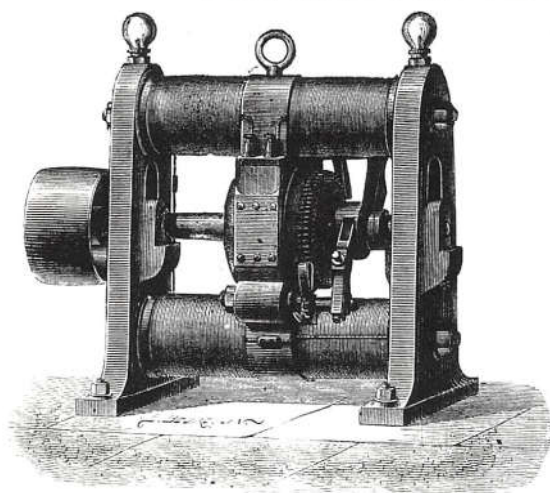
de construction d'une de ses centrales approvisionnant Londres en électricité. Particulièrement innovante, elle était en construction à Deptford sur la Tamise, à l'est de Londres. De tous les alternateurs qu'il avait jusqu'alors installés, les plus puissants ne dépassaient pas 700 chevaux, délivrant une tension de 2 500 volts. Ferranti



PHOTOS DEUTSCHES MUSEUM MÜNCHEN

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE

BREGUET



Télégraphie électrique

Instruments de précision

Téléphones

Microphones

Éclairage électrique

*Machines Gramme pour
l'éclairage
pour la galvanoplastie
pour les applications à la
photographie*

*Lampes régulateurs de Serrin
construites
sous le contrôle de l'inventeur*

39, Quai de l'Horloge, 39 — PARIS — 81, Boulevard Montparnasse, 81

Le tableau est le même en France. Si la Société française Westinghouse, la Société française Sprague et la Société française AEG ne font pas mystère de leurs origines, d'autres, nombreuses, sont plus discrètes sur ce point. La Compagnie électromécanique, par exemple, trouve son sigle au moment où elle tisse des liens étroits avec la société suisse Brown-Boveri. Des accords qui lui permettent d'accéder à la technologie de pointe des turbines à vapeur. De même, la Compagnie générale d'électricité de Creil et la Société alsacienne de constructions mécaniques de Belfort, tout en se présentant dans leurs activités commerciales comme des sociétés entièrement françaises, constituent en pratique les vecteurs d'introduction en France de la technologie Siemens.

Au tournant du siècle, cette forte présence étrangère dans l'industrie électrique française est, depuis plusieurs années déjà, un sujet de préoccupation. La fondation en 1898 de la Compagnie générale d'électricité peut se comprendre dans une large mesure comme une restauration de la fierté

nationale. Dans une sorte de manifeste de combat de la première heure, ses dirigeants rappellent leur intention de constituer une société à cent pour cent française, dont les activités s'étendront de l'installation de centrales à la fabrication de matériel électrique, lampes à incandescence, accumulateurs, cuivre électrolytique ou tiges de carbone pour les lampes à arc.

Dans les faits, ce plan de lutte contre la dépendance technologique ne va pourtant jamais réussir. À l'instar de la plupart des autres sociétés françaises, la CGE va rapidement dépendre d'accords avec des concurrents étrangers, en l'occurrence Brown-Boveri. L'échec de la CGE s'explique de façon évidente. Jusqu'à la Première Guerre mondiale, le flux des technologies allemande, suisse et américaine ne se ralentit pas et c'est seulement à partir des années 20 que la CGE, comme d'autres sociétés françaises, commencera à investir de façon significative (mais qui ne sera jamais massive) dans la recherche. Ce faisant, elle s'offrira la possibilité d'avoir son propre programme d'invention et d'innovation.

Quant à la croissance de l'entreprise avant la guerre de 1914, elle est certes honorable, mais elle n'a aucune com-

Les sociétés électriques françaises se distinguent par leur petite taille. Rares sont celles qui développent leur propre programme de recherche. Le plus souvent, elles adaptent, grâce à leurs compétences locales, les technologies disponibles sur le marché. (Ci-contre une dynamo Gramme)

mune mesure avec celle des sociétés allemandes ou américaines : entre 1898 et 1913, le capital de la CGE passe de 10 à 25 millions de francs. Avec, en 1913, un capital sept fois supérieur, AEG est loin devant. À partir de 1903, la CGE est pourtant à même de verser des dividendes corrects à ses actionnaires, ce qui est d'ailleurs également à la portée de la plupart des sociétés de ce secteur et pas nécessairement les plus importantes.

Quelques-unes d'entre elles réussissent parce qu'elles disposent de compétences, notamment en mécanique, qui, sur le modèle d'AEG, leur permettent d'adapter, aux besoins de leurs clients, des technologies électriques sophistiquées. Le chef de file dans ce domaine est la Compagnie électromécanique : elle doit sa solide réputation à la mise sur le marché d'un générateur qui associe à ses propres turbines des alternateurs Brown-Boveri, importés ou construits sous licence. De la même manière, la mise en valeur de la « houille blanche », dans la région de Grenoble, repose sur des turbines de qualité, construites localement, et sur toutes sortes d'équipements auxiliaires permettant le fonctionnement à plein potentiel d'alternateurs, presque toujours d'origine étrangère.

Ce modèle de petites sociétés capables, grâce à des compétences locales, d'adapter à leurs marchés les technologies électriques disponibles sur le marché international, se retrouve en Italie et en Grande-Bretagne. La dépendance technologique n'est donc pas forcément synonyme d'échec commercial. Une condition essentielle reste cependant à

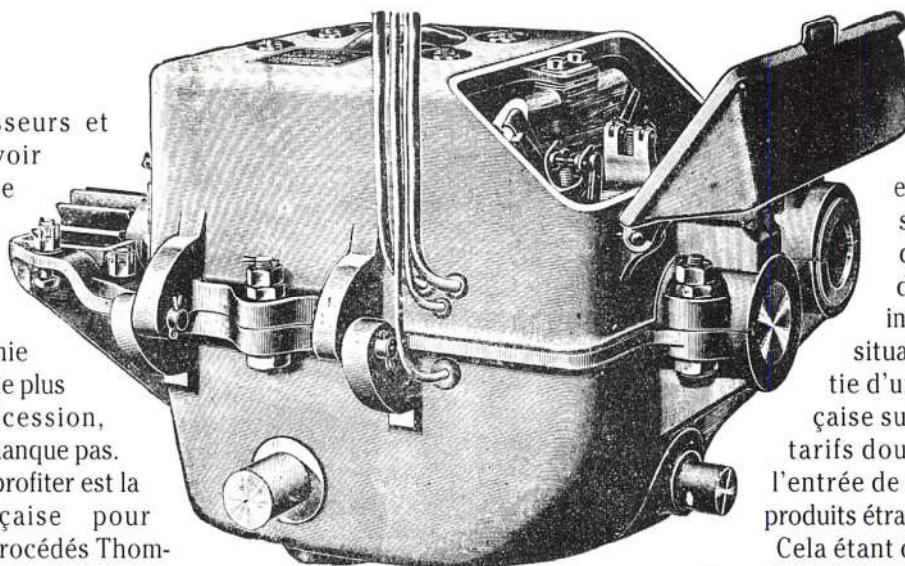
1 - Formée de la fusion de l'Edison General Electric Company avec Thomson-Houston en 1892.

LES DÉBUTS DE L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN EUROPE

remplir : investisseurs et clients doivent avoir une confiance totale dans les technologies importées. Dans la France de la fin des années 1890, dont l'économie commence à sortir de plus de vingt ans de récession, cette confiance ne manque pas.

La première à en profiter est la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston, le plus grand diffuseur en France de la technologie américaine. En se spécialisant dans la traction électrique (fourniture d'énergie et matériels), la CFTH connaît un développement spectaculaire. Avec, en 1893, un capital de départ d'un million de francs, elle va en peu de temps devenir la seule société française capable de rivaliser avec ses concurrents allemands les plus sérieux. Son capital en 1898 – 40 millions de francs – est en effet du même ordre de grandeur que celui d'AEG (56 millions de francs) ou de Siemens (42 millions de francs) et dépasse celui de Schuckert (34 millions de francs).

En fait, la CFTH apparaît comme l'un des plus beaux fleurons de l'industrie électrique française. Elle va également laisser une empreinte profonde sur le pays tout entier en prenant des participations majoritaires dans toutes les



La fin du XIX^e siècle voit les premiers développements des tramways. En France, la CFTH exploite les procédés américains de traction électrique. Dans les années 1890, c'est la seule société française à pouvoir concurrencer les firmes allemandes. (Ci-dessus, moteur Thomson-Houston).

structures municipales ou locales de gestion des tramways. Fait significatif, quand la « fièvre du tramway » va commencer à retomber, après un maximum au moment de l'Exposition universelle de 1900, la CFTH ne pourra conserver son taux de croissance des années 1890. Vers 1913, son capital de 60 millions de francs ne représente plus que le tiers de celui d'AEG, même s'il dépasse de loin celui de toutes les autres sociétés françaises du secteur.

Il est clair qu'à la veille de la Première Guerre mondiale, il existe une

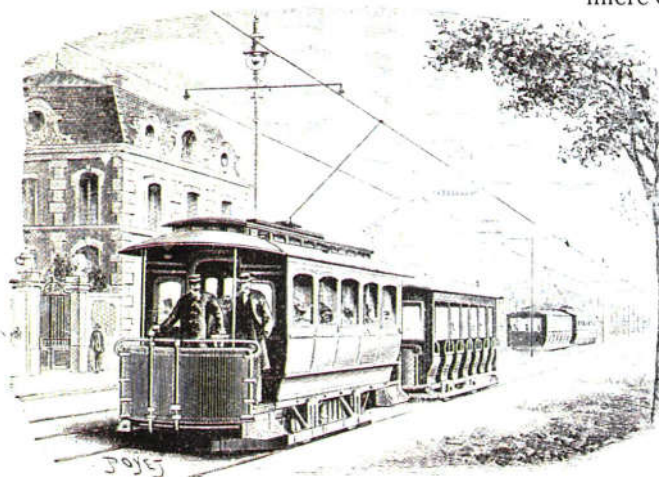
grande diversité de stratégies parmi les industriels de l'électricité. Dans des contextes nationaux très différents, chacune peut mener à la croissance et aux profits. Cependant, le fossé qui sépare les compagnies françaises de leurs concurrentes étrangères les plus importantes s'est manifestement creusé. Elles restent, en matière d'exportation, loin derrière les com-

pagnies allemandes, suisses et américaines qui s'appuient, elles, sur des stratégies de développement plus internationales. Cette situation résulte en partie d'une législation française sur les brevets et les tarifs douaniers qui facilite l'entrée de technologies et de produits étrangers.

Cela étant dit, la construction électrique en France va connaître une phase de croissance dans les années précédant la Première Guerre mondiale. Après l'amélioration de la situation économique du pays, à partir de 1906, cette croissance prend presque l'allure d'un « boom ». Même si durant ces années de grande embellie, l'industrie française ne se fait pas remarquer par des innovations majeures dans le domaine de l'électricité, elle reste inventive mais sans faire de bruit. Sur le plan commercial, en revanche, elle avait bien peu de raisons de se sentir honteuse. ■

POUR EN SAVOIR PLUS :

- Albert Broder, *La multinationalisation de l'industrie électrique française, 1880-1931 : causes et pratique d'une dépendance*, Annales ESC, 39^e année (1984), 1020-43.
- François Caron et Fabienne Cardot (eds.), *Histoire générale de l'électricité en France*, tome premier, *Espoirs et Conquête, 1881-1918*, (Paris : Fayard, 1991), spécialement la contribution de Pierre Lanthier au chapitre IV, pp. 671-726.
- Robert Fox, *France in Perspective : Education, Innovation, and Performance in the French Electrical Industry, 1880-1914*, Robert Fox & Anna Guagnini (eds.), *Education, technology and industrial performance in Europe, 1850-1939* ; Cambridge University Press et Paris : Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 1993, pp. 201-26.
- Robert Fox, *Thomas Edison's Parisian campaign : incandescent lighting and the hidden face of technology transfer*, *Annals of Science*, 53 (1996), 1-37.
- Thomas P. Hughes, *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880-1930* ; Baltimore, Md. : Johns Hopkins University Press, 1983.
- Ulrich Wengenroth, *L'électrification dans l'industrie textile*, in Monique Trède (ed.), *Électricité et électrification dans le monde, 1880-1980* ; Paris, Association pour l'histoire de l'électricité en France, 1992, pp. 519-29.



Grands ingénieurs

NOUVELLE
COLLECTION 1996

Marcel DASSAULT 1892 - 1986 Les années Mirage

Marcel Dassault, ingénieur et industriel, a marqué l'histoire de l'aéronautique mondiale. Avec ses hommes, il a imaginé et conçu les célèbres Mirage. Revivez l'histoire de ces avions, depuis la création des prototypes jusqu'à la mise au point définitive.

MIRAGE III B

MIRAGE IV P

PHOTOS ALAIN ERNOULT

PHOTOS ROGER VIOLETT

**LES CAHIERS
DE SCIENCE & VIE**

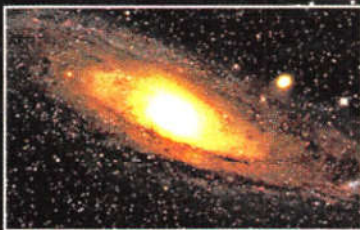
**DES HISTOIRES RICHES
EN DECOUVERTES**

PARUTION LE 14 JUIN 1996

**Découvrez le début de
tous les commencements**

COLLECTION XX^e SIÈCLE

SCIENCE & VIE



■ **L'UNIVERS**

Pourquoi
sommes-nous là ?



■ **LA VIE**

D'où venons-nous ?



■ **L'HOMME**

Qui sommes-nous ?



■ **LA CIVILISATION**

Où allons-nous ?

NOS ORIGINES

LES DERNIÈRES RÉVÉLATIONS